Das deutsche jahrhundert in einzelschrifte... Die deutsche kunst

Digitized by Google

Ger 330.62



Harvard College Library

FROM THE

MARY OSGOOD FUND

The sum of $6,000 was bequeathed to the College by Mary Osgood, of Medford, in 1860; in 1883 the fund became available "to purchase such books as shall be most needed for the College Library, so as best to promote the objects of the College."

Digitized by Google


Digitized by Google

Anal.

Das Deutsche Jahrhundert

in Einzelschriften

von

Dr. A. Berthold. C. Bleibtreu. Dr. C. Busse. Dr. J. Duboc.
Dr. A. Gottstein. Dr. Max Osborn. Kapt.-Leutn. Erwin Schäfer.
Dr. Leopold Schmidt. Professor Dr. Richard Schmitt.
Carus Sterne (Dr. Ernst Krause). P. Wiegler. Dr. A. Wilhelmj.
Professor Dr. Wunschmann.

Herausgegeben von

George Stockhausen.

Zweiter Band.

Berlin 1902.

Verlag von F. Schneider & Co.
H. Klinsmann.

Digitized by Google

~~14552.37~~
Ger 330.62

HARVARD COLLEGE
AUG 1902
LIBRARY

Mary Osgood fund.
(II.)

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichniß

des

zweiten Bandes.

Geschichte der deutschen Kriegsmarine.

Einleitung.

Erster Abschnitt (1848—1850).

Zweiter Abschnitt (1851—1863).

Dritter Abschnitt (1864—1867).

Vierter Abschnitt (1865—1871).

Fünfter Abschnitt (1871—1888).

Digitized by Google

Sechster Abschnitt (1888—1889).

Geschichte der Kriegskunst.

Die Napoleonischen Kriege.

Waffentechnik und Taktik.

1870—1871.

Die Strategen.

Geschichte der Hygiene.

Einleitung.

Digitized by Google

Die ätiologische Richtung.

Die experimentelle Richtung.

Wohlfahrtseinrichtungen.

Empirische Hygiene.

Geschichte der Physik.

Einleitung.

Mechanik.

Schall.

Wärme.

Licht.

Digitized by Google

Digitized by Google

Agrikultur- und Physiologische Chemie.

Chemischer Unterricht.

Geschichte der biologischen Wissenschaften.

Einleitung.

Das Zeitalter Cuviers.

Natürliche Verwandtschaft und Vertheilung der Pflanzen.

Die Erforschung der thierischen Entwicklungsgeschichte.

Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen.

Die Entwicklung der Physiologie.

Die ausgestorbenen Lebewesen.

Digitized by Google

Die Begründung der Abstammungslehre durch Darwin.

Die Biologie im letzten Vierteljahrhundert.

Das Deutsche Jahrhundert
Abtheilung VII.

Geschichte der Deutschen Kriegsmarine im neunzehnten Jahrhundert

von

Erwin Schäfer
Kapitän-Leutnant im Admiralstab der Marine.

Berlin 1901.
Verlag von F. Schneider & Co.
H. Klinsmann.

Einleitung.

Einen glänzenden Beweis seiner alten, noch ungebrochenen Lebenskraft hat das deutsche Volk im letztverflossenen Jahrhundert durch Schaffung und Entwicklung seiner Kriegsmarine erbracht. „Rom ist nicht in einem Tage erbaut", und so ist es auch dem deutschen Aar nicht im ersten Aufstieg gelungen, den Flug wieder über die weiten Fluthen des freien Meeres zu nehmen. Zu solcher Fahrt gehören Kraft, Ausdauer und Selbstvertrauen, die ihm verkümmerten, weil das Geschick durch Jahrhunderte seine Schwingen zerfetzte.

Der kühne Geist, der einst Germaniens speerbewehrte Söhne auf den schnaubenden Rossen der See über die Meere trieb, der sich von Neuem erhob, um die mächtige, weltbeherrschende Hansa zu schaffen, er lebt auch heute noch in unserem Volke, und ihm verdankt die junge, deutsche Kriegsmarine ihr Dasein.

Bedeutungsvoll wie ihr Entstehen, ist das Jahr der Gründung der Marine: „1848". Zwar schien es Anfangs, als ob dem Kinde, das in Sturm und Drang zur Welt gekommen, die Kraft zum Leben fehle und thränenden Auges gab Mancher es verloren. Es erstanden ihm indeß zielbewußte, weitschauende Helfer, deren Thatkraft, Umsicht und Hingabe es über alle Fährlichkeiten hinwegführten, so daß Germania heute mit fester Zuversicht und stolzer Hoffnung auf den heranwachsenden Jüngling blickt, des sehniger Arm bereit ist, das Schwert für sie zu ziehen, wo immer es auch Noth thue.

Die breite Kluft, die in der Geschichte deutscher Seemacht zwischen dem Niedergang der Hanseatenflagge und der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts gähnt, ist nicht unüberbrückt. Hier und da sehen wir es aufflackern. Weder die Erkenntniß von dem Werth einer Geltung zur See, noch die Fähigkeit sie zu erringen, ist ganz erloschen. Sie ist wohl niedergedrückt, aber sie glimmt weiter und schlägt rasch zu heller Flamme auf, wenn kräftige Lungen sie anfachen. Den Männern, welche solches thaten, sind wir es schuldig, ihrer Werke zu gedenken, wenn wir es unternehmen zum Ruhme

unserer Zeiten die Entwicklung der jüngsten, deutschen Flotte zu schildern. Wie uns aber nicht nur das stolze Gefühl der Genugthuung die Feder in die Hand drückt, sondern mehr noch der Wunsch nach Belehrung, so müssen wir auch aus diesem Grunde jene Bindeglieder in der Kette deutscher Unternehmungen zur See, wenn auch in Kürze, an uns vorüberziehen lassen.

Es ist bezeichnend, daß kein Geringerer, als Friedrich Wilhelm, Brandenburgs gewaltiger Kurfürst, es war, der den rothen Adler[1]) auf das Meer sandte und in kürzester Frist ihm Geltung unter den seemächtigen Völkern zu verschaffen wußte. Nach dem Schlage von Fehrbellin[2]) folgte er den Schweden auf die See. Da ihm keine Kriegsflotte zur Verfügung stand, begnügte er sich zunächst damit, einen Vertrag mit dem holländischen, in Dänemark ansässigen Kaufmanne Benjamin Raule[3]) abzuschließen, kraft dessen Letzterer drei Fregatten und zehn kleinere Fahrzeuge unter brandenburgischer Flagge auf der Ostsee gegen schwedische Schiffe kreuzen ließ. Aus den Prisen[4]), welche diese Kreuzer machten, wurden die ersten Brandenburg gehörenden Kriegsschiffe.

Von 1675—1679 unterstützte die Flotte die Unternehmungen gegen Stettin und Stralsund[5]) und trug nicht unwesentlich zur Eroberung des schwedischen Pommerns bei.

Mit Raule hatte der Große Kurfürst einen neuen Vertrag geschlossen über die Gestellung eines größeren Geschwaders[6]) gegen eine

[1]) Die kurbrandenburgische Flagge war weiß mit einem rothen Adler. Diese Flagge führt heute S. M. S. „Brandenburg" auf Grund Allerhöchster Verfügung bei festlicher Veranlassung außer der Kriegsflagge.

[2]) Am 18. 6. 1675.

[3]) Bürger und Schöffe von Middelfahrt im Amt Odense auf Fühnen. Der Kurfürst erhielt 6 pCt. des Werthes der Prisen.

[4]) Unter diesen befand sich eine schwedische Fregatte, die am 1. Juli 1676 in der Seeschlacht bei Bornholm, in welcher der holländische Admiral van Tromp mit dänischer und brandenburgischer Hülfe über die Schweden siegte, von den Brandenburgern genommen wurde.

[5]) Hier ist als fähigster brandenburgischer Kapitän Claus von Bevern zu nennen.

[6]) Die Fregatten:

„Friedrich Wilhelm",	mit	40	Kanonen,	für	monatlich	1200	Thlr.
„Dorothea"	„	30	„	„	„	1000	„
„Churprinz"	„	24	„	„	„	800	„
„Leopard"	„	34	„	„	„	600	„
„Rother Löwe"	„	20	„	„	„	500	„
„Berlin"	„	16	„	„	„	300	„
„Prinz Ludwig"	„	8	„	„	„	200	„
„Der Wasserhund"	„	6	„	„	„	300	„

und das Fahrzeug:

„Salamander"	„	4	„	„	„	120	„

monatliche Vergütung von 5000 Thalern; zur Hebung der gesammten Seeinteressen war das General-Kommerz-Kollegium zu Berlin gegründet worden, als am 29. Juni 1679 im Frieden zu St. Germain Friedrich Wilhelms weitschauenden Plänen durch den Verlust des eroberten Pommerns ein schwerer Schlag versetzt wurde. Es wurden dadurch nicht nur der brandenburgischen Flotte ihre besten Stützpunkte und dem brandenburgischen Seehandel ein guter Nährboden entzogen, sondern auch gleichzeitig die Einkünfte des Staates derartig geschmälert, daß ein Fortbestehen der Marine, ohne besondere Maßnahmen, in Frage gestellt schien.

Spanien schuldete dem Kurfürsten 1 800 000 Thaler Subsidiengelder [7]), und um diese einzutreiben, wurde die brandenburgische Flotte gegen die spanische Silberflotte ausgesandt. Wenn Spanien zu jener Zeit auch nicht mehr in der Linie der Seemächte ersten Ranges stand, so setzte die Kühnheit dieses Unternehmens doch alle Welt in Erstaunen. Die Brandenburger wagten sich sogar bis nach Westindien vor und machten mehrere werthvolle Prisen. Ihre kleinen Erfolge [8]) konnten aber weder hinreichende Hülfsmittel schaffen, noch Spanien zur Nachgiebigkeit bewegen, und schließlich mußten Friedrich Wilhelms Schiffe der Uebermacht weichen.

Die Blicke des Großen Kurfürsten wandten sich nun dem Reichthum der Guineaküste zu, und hier dem brandenburgischen Handel ein Dominium zu schaffen, wurde sein Ziel. Er entsandte ein Geschwader dorthin unter Führung des Kapitäns Blank [9]). Mit diesem schlossen im Mai 1681 mehrere Häuptlinge zwischen Axim und dem Kap der drei Spitzen einen Vertrag, durch welchen sie sich dem Großen Kurfürsten unterwarfen und sich verpflichteten, nur mit brandenburgischen Schiffen Handel zu treiben. Zur ergiebigen Bewirthschaftung dieses neuen Feldes wurde in Berlin die afrikanische Handelsgesellschaft ins Leben gerufen, und die Thatkraft des Großen Kurfürsten brachte es dahin, daß Brandenburg im Jahre 1687 über vier befestigte Stützpunkte an der afrikanischen Westküste verfügte. [10]) An der Nordsee hatte er die Benutzung des Emdener Hafens für seine Schiffe erlangt und mit Bewilligung Dänemarks auf St. Thomas in Westindien eine brandenburgische Handelsniederlassung gegründet.

[7]) Für die Betheiligung an dem Kriege Englands, Spaniens und des Deutschen Reiches gegen Frankreich hatte Spanien Friedrich Wilhelm monatlich 32 000 Thaler Subsidiengelder versprochen, aber — nicht gezahlt.

[8]) Die brandenburgischen Fregatten brachten das spanische Kriegsschiff „Karl II." mit einer Ladung im Werthe von 100 000 Thlrn. bei Ostende auf, sowie 2 spanische Kauffahrteischiffe bei St. Vincent.

[9]) Zu nennen ist außer diesem der Major v. d. Groeben.

[10]) Das Fort „Groß Friedrichsburg" am Berge „Mamfro", unweit des Kaps der 3 Spitzen, das Fort „Dorothea" bei Accada ebendaselbst, ein kleines Fort bei Taccarari im Lande Anta an der Goldküste und das von den Franzosen aufgegebene Fort Arguin in der Nähe der Gambia-Mündung.

So lange die neueste Seemacht sich auf kleinere Unternehmungen in der Ostsee beschränkt hatte, sah man ihrem Treiben von Seiten der älteren Seestaaten gewissermaßen lächelnd zu; als sie indeß in ungeahnter Schnelle sich entwickelte[11]) und von dem heimathlichen Ententeich auf das Weltmeer wagte, erhoben sich alsbald Neid und Mißgunst und bereiteten ihr mehr als eine Schwierigkeit. Wollte doch Schweden allen Ernstes dem Kurfürsten die Führung einer Admiralsflagge auf seinen Schiffen untersagt haben, da solches Recht nur seemächtigen Staaten zustände, zu welchen Brandenburg nicht zu zählen sei. Die Sundpassage mußte sich Friedrich Wilhelm von Dänemark durch freundliche Versprechungen erkaufen, und England wie Holland kehrten ihre anfängliche Unterstützung bald in das Gegentheil.

Wenn die Erträgnisse der Seeunternehmungen auch durchaus annehmbare waren, so hieß es hier wie überall: „per aspera ad astra". Der eiserne Kurfürst wäre sicher der Mann gewesen, sie durch alle Hindernisse zum ruhm- und segensreichen Erfolge zu führen, die Vorsehung hatte es jedoch anders gewollt. Am 9. Mai 1688 schloß der Kurfürst seine Augen für immer. Seine Marine und seine überseeischen Niederlassungen konnten das persönliche Walten ihres Schöpfers noch nicht entbehren, sie waren noch nicht reif, um auf eigenen Füßen fest zu stehen. Mit dem Tode Friedrich Wilhelms begann ihr langsames Absterben.

Kurfürst Friedrich III. war bestrebt, das zu erhalten und auszubauen, was sein Vater in maritimer Beziehung geschaffen; trotz des besten Willens fehlte es ihm aber an dem nöthigen Können. Schon in dem Kriege gegen Ludwig XIV. zeigte es sich, daß die gewaltige Natur Friedrich Wilhelms, die vor keinem Hinderniß zurückschreckte, sich auf den Sohn nicht vererbt hatte. Er nahm davon Abstand, seine Flotte zum Kaperkriege gegen Frankreich auszurüsten, weil der Marineetat es nicht zuließ, und beschränkte sich darauf, nur 2 Schiffe zu dem erwähnten Zweck in Dienst zu stellen. Von Holland, das gegen jedes Völkerrecht die afrikanischen Besitzungen Accada und Tacarary an sich gerissen hatte, erreichte Friedrich III. wenigstens die Herausgabe von Accada. Die afrikanische Handelsgesellschaft, um deren Finanzen es schlimm stand, wurde noch einmal durch bedeutende Einzahlungen lebensfähig gemacht, allmählich aber ging sie immer mehr zurück.

So sah sich der König im Jahre 1711 genöthigt, die Marine und die Kolonien, nebst der Afrikanischen Gesellschaft, auf eigene Rechnung zu übernehmen. Zu einer geplanten Reorganisation kam es nicht mehr, da Friedrich III. (I.) 1713 starb und sein Nachfolger Friedrich Wilhelm I. für so „phantastische" Dinge kein Geld aus-

[11]) Im Jahre 1684 verfügte der Kurfürst bereits über 12 eigene und 14 gemiethete Kriegsfahrzeuge.

geben wollte. Die Kriegsschiffe verfaulten in den Häfen und die afrikanischen Kolonien und Forts wurden 1717 den Holländern verkauft.[12]) Das Werk des Großen Kurfürsten, durch welches er seinem Lande einen Antheil an den Gütern des Weltverkehrs und einen Platz unter den die Erde beherrschenden Völkern hatte sichern wollen, war zertrümmert und begraben, aber nicht vergessen!

Von 1717—1848 hat es eine deutsche, oder eine preußische Marine nicht gegeben. Wohl hat Friedrich der Große zur Abwehr der Schweden im Jahre 1759 auf dem Stettiner Haff kurzer Hand eine kleine Flotille von armirten Kauffahrteischiffen und Fischerfahrzeugen zusammengebracht, die sich tapfer schlug und 1761 den Schweden sogar eine Niederlage beibrachte; als eine Marine konnte diese Organisation aber nicht gelten. Auch die nach damaligem Brauche armirten Ostindienfahrer, mit denen der große König einen Handelsverkehr nach Bengalen ins Leben rufen wollte, waren keine Werkzeuge für den Seekrieg.

Der im Jahre 1811 von dem nachmaligen Kriegsminister von Rauch verfaßte Plan einer preußischen Flotille, der leider immer nur ein Plan geblieben ist, knüpfte zwar nicht an die großen Gedanken des Kurfürsten Friedrich Wilhelm an, soll aber als der erste preußische Flottengründungsplan hier nicht unerwähnt bleiben.

1815 erhielt Preußen mit Neuvorpommern und Rügen auch sechs Kanonenschaluppen von Schweden, und diese seeuntüchtigen Fahrzeuge, welche eine Verwendung nicht fanden, bildeten Jahrzehnte lang gewissermaßen den Kern, an den sich schwache Versuche und unzureichende Pläne zur Schaffung einer Kriegsmarine ankrystallisirten.

Nur wenige Männer gab es, welche die Nothwendigkeit einer Marine im Sinne des Großen Kurfürsten erkannt hatten, und unter diesen hob sich der Hohenzollernsproß Prinz Adalbert von Preußen glänzend ab. Neben ihm erhoben sich bald hier, bald dort im deutschen Vaterlande Stimmen, welche laut und überzeugend nach einer seetüchtigen Marine riefen, die im Stande sei, dem deutschen Volke auch zur See und über See sein Recht zu verschaffen, und so war der Boden vorbereitet, als der Sturm des Jahres 1848 die Marinebegeisterung auslöste und aus ihr Thatsächliches schuf.[13])

[12]) Die holländische „Afrikanische Kompagnie" zahlte für die gesammten afrikanischen Besitzungen 7600 Thlr. Die Effekten der „Afrikanischen Handelsgesellschaft" ergaben einen Erlös von 8000 Thlr.

[13]) Benutzte Quellen:
Friedrich Wilhelm Berthold: „Geschichte der deutschen Seemacht".
A. Jordan: „Geschichte der brandenburgisch-preußischen Kriegs-Marine".
A. v. Crousaz: „Kurze Geschichte der deutschen Kriegsmarine u. s. w.".
Georg Wislicenus: „Deutschlands Seemacht".

Erster Abschnitt.[1]

1848—1850.

„Einheit und Kraft für das große, deutsche Vaterland", war das hohe Ziel, dem alle Kämpfer des Jahres 1848 in heller Begeisterung zu strebten, so scharf ihre Meinungen, Gefühle und Waffen im Uebrigen auf einander treffen mochten.

Als der lebendige Ausdruck dieses Gedankens wurde die Gründung einer deutschen Flotte mit seltener Einmüthigkeit und bewunderungswürdiger Hingabe auf den Schild erhoben. Der mächtige Drang, Neues und Großes zu schaffen, und die Schwierigkeit den alten, bunten Rock des deutschen Volkes neuen Verhältnissen anzupassen, wiesen darauf hin, die deutsche Flotte zu dem Banner zu machen, um das sich Deutschland schaaren konnte. Dazu kam der Umstand, daß der deutsche Bund sich einem so winzigen Feinde gegenüber, wie Dänemark es war, machtlos fühlte, weil er dem an Land Besiegten nicht auf das Wasser folgen konnte. Vom ersten Augenblicke an war

[1]) Einschlägige und theilweise benutzte Literatur:

L. Stacke, Deutsche Geschichte. Bielefeld und Leipzig 1881. Adalbert, Prinz von Preußen, Denkschrift über die Bildung einer deutschen Kriegsflotte. Potsdam 1848. Kieler Ausschuß, Denkschrift über die Bildung einer deutschen Flotte. Kiel 1848. Kriegsministerium, Denkschrift betreffend die Kriegsmarine in Preußen, deren Entstehen u. s. w. und Verhältniß zur deutschen Marine. Berlin 1849. Marine-Kommission deutscher Küstenstaaten in Hamburg, Bericht der — Hamburg 1848. Patrick Colquhoun. Entwurf zur Bildung einer deutschen Kriegsflotte Leipzig 1849. Paap, Brenning, Hudemann. Projekt zu einem deutschen Marine- und Handelskanal rc. Rendsburg 1848. A. Jordan, Geschichte der brandenburgisch-preußischen Kriegsmarine. Berlin 1857. A. von Cronsaz, Kurze Geschichte der deutschen Kriegsmarine. Berlin und Wriezen a. O. 1873. A. Heye, Die Marine-Infanterie. Berlin 1891. Batsch, Deutsch' See-Gras. Berlin 1892. G. Wislicenus, Deutschlands Seemacht sonst und jetzt. Leipzig 1896. M. Bär, Die deutsche Flotte von 1848—1852. Leipzig 1898. Nauticus, Neue Beiträge zur Flottenfrage Berlin 1898. R. Werner. Bilder aus der deutschen Seekriegsgeschichte München 1899. A. Tesdorpf, Geschichte der Kaiserlich-deutschen Kriegsmarine Kiel und Leipzig 1889 Marine-Rundschau August/September 1900. Ein Blatt aus den Kindheitstagen der deutschen Flotte von 1848. Berlin 1900.

deshalb mit dem Streben nach einem einigen Reich der Ruf nach einer deutschen Flotte eng verbunden.

Schon der von dem Vorparlament[2]) berufene Fünfziger-Ausschuß hatte sich ernstlich mit der Flottenfrage befaßt, und die in Frankfurt a. M. tagende, deutsche Nationalversammlung erhob in einer ihrer ersten Sitzungen den Antrag des hamburgischen Abgeordneten Heckscher auf Bildung eines ständigen Marine-Ausschusses, zum Beschluß.

Der Ungeduld des Volkes ging es aber nicht schnell genug, und vielerorts traten Kongresse und Komités, an denen sich auch einzelne Regierungen betheiligten, zur Gründung einer deutschen Flotte zusammen. Wenn diese Bewegung auch naturgemäß in den norddeutschen Staaten, besonders unter dem Eindruck der wirksamen, dänischen Blockade, am lebhaftesten war, so mag als ein Beispiel, in welchem Maße die Flottenbegeisterung alle deutschen Gaue ergriffen hatte, angeführt sein, daß die Murg-Schiffer zu Gernsbach in Baden sich erboten, das Holz zum Bau der Kriegsschiffe unentgeltlich thalwärts zu bringen. Von allen Seiten strömten dem Frankfurter Parlament und dem Bundestage Denkschriften, Berichte und Flottengründungspläne zu, sodaß an solchem Material für die neue Flotte kein Mangel war.

Es muß betont werden, daß durch fast alle damaligen Flottenpläne der gleiche und zutreffende Gedanke ging: „Deutschland braucht als Nächstes und Dringendstes eine Flotte zur Küstenvertheidigung, um die schmachvolle, dänische Blockade zu brechen und den Danebrog[3]) zu bezwingen, darüber hinaus muß aber sofort mit dem Bau einer Flotte begonnen werden, die Deutschland mindestens zu einer Seemacht 2. Ranges erhebt, seine überseeischen Interessen schützt und ihm eine Stimme in überseeischen Dingen sichert."

In Hamburg versammelte sich am 1. und 2. Juni ein Marine-Kongreß der deutschen Küstenstaaten, der zur Ausarbeitung eines Flottenplanes eine Marine-Kommission einsetzte, in welcher außer den betheiligten Regierungen auch die in verschiedenen Städten bestehenden Komités von Privatpersonen vertreten waren.

Hier ließ man es nicht bei Berichten und Plänen, sondern man ging auch sofort ans Werk.[4]) In Ermangelung von Besserem wurden einige Kauffahrteischiffe so gut es ging, in Kriegsschiffe verwandelt,

[2]) Von den süddeutschen Liberalen traten 51 am 5. März zu Heidelberg zusammen, erwählten einen Siebener-Ausschuß (darunter Gagern, Welker, Itzstein) und luden alle früheren oder gegenwärtigen Mitglieder deutscher Ständeversammlungen zum 30. März zu einem Vorparlamente in Frankfurt am Main. (L. Stade.)

[3]) Das dänische Reichsbanner. Weißes Kreuz auf rothem Felde.

[4]) Das Hamburger Komité rüstete aus eigenen freiwilligen Beiträgen zwei Segelschiffe „Deutschland" und „Franklin" aus, und kaufte mit Unterstützung des Bundes drei Dampfschiffe „Hamburg", „Lübeck", „Bremen" an, die durch Umbauten und Armirung zu Kriegszwecken hergerichtet wurden.

Hannover lieferte Kanonen dazu, und in den ersten Tagen des Juli meldete man dem Bundestage, daß man bereit sei zum Losschlagen.[5]) Aber nicht nur die Hansastädte standen voran, auch Preußen und Schleswig-Holstein stellten ihre maritime Kraft in den Dienst der Reichsflotte. Auch sie begannen sofort mit dem Bau von Kriegsfahrzeugen, um sie später in die deutsche Flotte einzureihen. Ihre Thätigkeit war eine so umfangreiche, daß sie weiter unten eingehender geschildert werden wird.

Trotz aller Opferfreudigkeit, Thatkraft und Umsicht fehlte indeß Eines: das war der Kopf des Ganzen, die einheitliche Leitung, die im Stande gewesen wäre, allen Gliedern des großen Körpers zu gebieten, alle seine Kräfte heranzuziehen und zweckmäßig zu vertheilen.

Der Vorsitzende des vom Frankfurter Parlament ernannten Marine-Ausschusses, Joseph Maria von Radowitz, leitete am 8. Juni seinen ersten mündlichen Bericht über die Thätigkeit des Ausschusses mit folgenden Worten ein:

„Ein Volk, das sich vorsetzt, eine Seemacht neu zu schaffen, tritt damit in eine der größten Unternehmungen ein, die es sich überhaupt vorzusetzen im Stande ist.“

Daß zu einem solchen Werke alle Kräfte des Volkes nach einheitlichem Plane zusammenwirken müssen, liegt auf der Hand.

Bevor noch eine ausführende Reichsgewalt geschaffen war, bewilligte das Parlament 6 Millionen Thaler für die deutsche Marine, von denen 3 Millionen sofort, die übrigen nach Maßgabe des vorhandenen Bedürfnisses beschafft werden sollten. Zeit und Kraft vergeudete man im Uebrigen in end- und nutzlosen Flottendebatten, die sich bald auf das Gebiet der Heraldik, bald auf das der Schiffbautechnik und endlich sogar auf das der Seetaktik verirrten.[6])

Nachdem im Juni der Erzherzog Johann von Oesterreich als Reichsverweser eingesetzt und im Juli ein Reichsministerium zu Stande gekommen war, wären die Flottenangelegenheiten wohl in das rechte Fahrwasser gebracht worden, wenn den Machtfaktoren Groß-Deutschlands auch ein Machtbereich zur Verfügung gestanden hätte. Das Reichsparlament konnte zwar beschließen, und die Reichsminister

[5]) Nur durch die bereits eingeleiteten Waffenstillstandsverhandlungen wurde einem Kriegsunternehmen des Hamburger Komités, das ohne staatliche Autorisation ernste Folgen hätte haben können, vorgebeugt. (Mar.-Rundschau. Aug./Sept. 00.)

[6]) In Frankfurt hatte man im März den Beschluß gefaßt, den alten, deutschen Reichsadler mit der Umschrift „Deutscher Bund“ als Wappen anzunehmen; dann wurde die Devise „Eintracht trägt ein“ und eine Reihe ziemlich nebensächlicher Aenderungen an dem Reichsadler vorgeschlagen und umständlich berathen, über amerikanische Schiffsbausysteme und andere wurde debattirt und schließlich auch noch die „Theorie der Fernpositionen“ im Plenum besprochen, ohne daß der Präsident diese Abschweifungen vom Thema hätte eindämmen können. (A. Jordan.)

mochten verordnen, dem Reich gehörten aber weder Häfen, noch Werften, noch Küstenwerke, noch hatte es die Mittel, diese für eine Kriegsflotte unentbehrlichen Dinge in Kürze zu beschaffen. Die bewilligten Millionen gingen nur langsam und zum kleineren Theil ein, und zur Beschaffung von geeignetem Kriegsschiffspersonal fehlte die gesetzliche Handhabe.

Im November 1848 wurde endlich auch eine vorläufige, oberste Marinebehörde geschaffen unter verantwortlicher Leitung des Reichshandelsminister Arnhold Duckwitz,[7]) der sich im Interesse der Sache zur Uebernahme der Marine-Abtheilung bereit erklärte. Zu ihrer Unterstützung in technischer Hinsicht wurde eine Kommission von sachverständigen Männern eingesetzt, deren Vorsitz der Prinz Wilhelm Adalbert von Preußen auf Bitte des Reichsverwesers übernahm. Der Prinz hatte sein lebhaftes Interesse für die Bildung einer deutschen Kriegsflotte, und sein sachverständiges Urtheil unter Anderem auch in einer von ihm verfaßten, und schon im Mai des Jahres veröffentlichten Denkschrift über dieses Thema bewiesen.

Während des Winters wurden in England und Amerika Verträge über den Ankauf und den Bau von Schiffen vorbereitet und theilweise abgeschlossen,[8]) sowie Verhandlungen behufs Uebertritts fremdländischer Seeoffiziere in die deutsche Marine angeknüpft.[9]) Alle Bemühungen um die Beschaffung brauchbarer Schiffe und erfahrener Seeoffiziere führten indeß nur zu dem Ergebniß, daß im Frühjahr 1849, als der mit Dänemark geschlossene Waffenstillstand ablief, von einer kampfbereiten Flotte, die es auch nur mit wenigen dänischen Kriegsschiffen hätte aufnehmen können, nicht die Rede war. 12 Reichs-Kriegsschiffe führten die Listen auf, aber see- oder gar kampfbereit war kaum eines von ihnen.[10]) Allerdings hatte neben fortgesetzten

[7]) Abgeordneter für Bremen.

[8]) Die nach England gesandten Kommissarien berichteten, daß unter Vorbehalt der Genehmigung Abschlüsse gemacht seien:

1) über den Ankauf einer größeren Dampffregatte „Hindostan“,
2) den Bau einer Dampfkorvette,
3) den Bau von 2 kleineren Dampfkorvetten.

Anstatt der Ratifikation dieser Verträge erfolgte der Ankauf von 2 Passagierschiffen „Acadia“ und „Britannia“. In Amerika war der Dampfer „United States“ angekauft. (A. Jordan.)

[9]) Der von seiner Regierung deputirte amerikanische Admiral Parker hatte die Beurlaubung amerikanischer Seeoffiziere, denen dadurch die Möglichkeit zur Dienstleistung in der deutschen Marine gegeben würde, in Aussicht gestellt. Im März 49 mußte er auf Anweisung seiner Regierung erklären, daß das nicht möglich sei. (A. Jordan.)

[10]) 1 Dampffregatte „Erzherzog Johann“ (früher Acadia) dienstunfähig.
1 Dampffregatte „Barbarossa“ (früher Britannia) nicht seetüchtig.
1 Dampffregatte „United States“ nicht eingetroffen.
1 Dampfkorvette im Bau.

Schwierigkeiten von Seiten mißgünstiger Staaten ein wunderbarer Unstern über der jungen Flotte gewaltet, der auch nicht durch die unverhoffte Eroberung der dänischen Fregatte „Gefion“ durch das Bundesheer ausgeglichen werden konnte.[11])

Ungeachtet dieser eben geschilderten Zustände wagte es der Geschwaderchef, Kapitän zur See Bromme,[12]) der einzige, höhere Seeoffizier der Reichsmarine mit 3 Schiffen[13]) am 4. Juni 1849 die bei Helgoland in Windstille treibende, dänische Segelkorvette „Valkyrien“ anzugreifen. Das Gefecht mußte nach wenigen Schüssen abgebrochen werden, weil ein Signalschuß von Helgoland anzeigte, daß die englische Hoheitsgrenze überschritten sei, und weil das überlegene, dänische Blockadegeschwader sich dem Kampfplatz näherte. Blieb das Unternehmen somit militärisch erfolglos, so veranlaßte es andererseits die englische Regierung zu jener berüchtigten Note, in welcher England erklärte, daß jene Dampfschiffe unter schwarz-roth-goldener Flagge sich in Zukunft der Behandlung als Piraten aussetzen würden.

Keine deutsche Hand konnte diese englische Anmaßung strafen!

Das Gefecht bei Helgoland war der kriegerische Höhepunkt, zudem sich die deutsche Flotte aufschwang; sie verfiel allmählich dem Siechthum, bevor sie noch zum eigentlichen Leben erwacht war.

Nicht die Männer, die selbstlos und voll glühendster Vaterlandsliebe sich der Gründung einer deutschen Flotte gewidmet hatten, auch nicht die Nationalversammlung zu Frankfurt, noch eine einzelne der deutschen Regierungen trifft die Schuld an dem gänzlichen Mißerfolge; der Grund zu diesem lag vielmehr in den innerpolitischen Verhältnissen des gesammten, deutschen Bundes, und jener Zeit. Von einem kranken Organismus, der mit sich selbst zu schaffen hatte, um nicht zu zerfallen, durfte man eine Leistung, wie die Gründung einer Marine es gewesen wäre, nicht erwarten.

2 kleinere Dampfkorvetten im Bau.
3 Dampfkorvetten „Hamburg“, „Lübeck“, „Bremen“ kriegsuntüchtig.
1 Dampfkorvette nicht fertig.
1 Segelfregatte „Deutschland“ unvollständig bemannt.
1 Segelfregatte „Eckernförde“ (früher dänische Freg. Gefion) in Reparatur. (A. Jordan.)

[11]) Am 5. April 1849 hatten mehrere dänische Schiffe, darunter das Linienschiff „Christian VIII.“ und die Segelfregatte „Gefion“ die Stadt Eckernförde und die in der Nähe befindlichen Strandbatterien angegriffen. In Folge mehrerer für sie ungünstiger Umstände wurden beide Fregatten gezwungen, die Flagge zu streichen. „Christian VIII.“ flog auf, „Gefion“ wurde genommen. (Näheres siehe W. Jesser. Der Ehrentag von Eckernförde. Eckernförde 1899.)

[12]) Karl Rudolf Bromme, genannt Brommy, war am 10. Sept. 1804 zu Anger bei Leipzig geboren. Zuerst in englischen Diensten, später in griechischen gab er seine gesicherte Stellung als griechischer Fregattenkapitän auf, um in den Reichsdienst zu treten. (M. Bär.)

[13]) „Barbarossa“, „Hamburg“, „Lübeck“.

So starb die erste deutsche Reichsflotte, auf die einst so stolze Hoffnungen gesetzt und so viel aufopfernde Vaterlandsliebe verschwendet war, die zu so Hohem berufen schien, langsam aber unaufhaltsam dahin. Nachdem im März 1852 auch der Versuch einiger deutschen Küstenstaaten, einen Verein zur Bildung einer Nordseeflotte zu gründen, fehlgeschlagen war, beschloß der Bundestag die Auflösung der Flotte. Theils gingen die Schiffe durch Kauf in die preußische Marine, theils in andere Hände über, und der Rest wurde, um damit der Schmach die Krone aufzusetzen, unter dem Hammer des Auktionators Hannibal Fischer, öffentlich und meistbietend versteigert. —

Die schleswig-holsteinische Regierung hatte schon bei Beginn der Erhebung erkannt, daß ohne Kriegsfahrzeuge den Dänen nicht beizukommen sei und deshalb sofort mit dem Bau von Ruderkanonenbooten begonnen, da die beschränkten Mittel Größeres nicht zuließen. Diese Art von Fahrzeugen schien außerdem zur Vertheidigung der Küsten besonders geeignet und hätte sich auch am leichtesten in die zu schaffende, deutsche Flotte einreihen lassen. Bis zu dem am 26. August abgeschlossenen Waffenstillstand konnte indeß keines der Boote fertiggestellt werden, und so kam es im Jahre 1848 nicht mehr zu kriegerischen Unternehmungen auf dem Wasser. Die Dänen konnten so in ungestörter Beschaulichkeit die engste Blockade mit verhältnißmäßig wenigen Schiffen aufrecht erhalten. Von der Planmäßigkeit des Vorgehens der provisorischen Regierung der Herzogthümer zeugt die Einsetzung einer Marine-Kommission, und mehr noch die schon am 1. December 1848 zu Kiel erfolgte Gründung einer Seekadettenschule.

Im Frühjahr des folgenden Jahres verfügte die schleswig-holsteinische Marine über eine Flotille von 11 Ruderkanonenbooten mit einem armirten Schleppdampfer und einem kleinen, armirten Packetdampfer, zu denen später noch einige Fahrzeuge hinzukamen. Diese Seestreitkräfte waren nur unbedeutend, verstanden aber doch, dem Feinde zu schaffen zu machen. Eine Division von fünf Kanonenbooten, unter dem Befehl des Lt. Kier, wußte in dem Wattenmeer der schleswig-holsteinischen Westküste so erfolgreich zu operiren, daß sie die dänischen Landstreitkräfte zum Aufgeben der Insel Föhr zwang. In der Ostsee unterließen die Schleswig-Holsteiner es nicht, den feindlichen Schiffen tapfer zu Leibe zu gehen, und wenn es ihnen auch nicht gelang, einen dauernden, großen Erfolg über den mächtigeren Gegner zu erzielen, so beschäftigten sie doch den Feind, verhinderten ihn eine so nachdrückliche Blockade wie im Vorjahre durchzuführen und übten sich in ihrem recht ungewohnten Handwerke. Auch das Jahr 1850 gab der kleinen Marine mehrfach Gelegenheit, ihre Kriegstüchtigkeit und ihren Muth zu beweisen, und wenn auch Föhr wieder verloren ging, so war das keineswegs beschämend für die Vertheidiger, die der Uebermacht nach hartnäckigem Kampfe weichen mußten. Auch in der Ostsee hatten einzelne Theile der Flotille Gelegenheit, sich mit dem meist überlegenen Feinde zu messen und ließen es an Unternehmungsgeist

dabei nicht fehlen. Erwähnt zu werden verdient das Schicksal eines bei Neustadt stationirten Dampfkanonenbootes, das sich vor zwei dänischen Kriegsschiffen, dem Dampfer „Hekla“ und der Korvette „Valkyrien“ nach Travemünde zurückzog, diesen Hafen aber wieder verlassen mußte, wenn anders es auf diesem „neutralen“ Gebiet nicht von „deutschen“ Händen entwaffnet werden wollte. Das unglückliche Fahrzeug, das alsbald von den Dänen gejagt wurde, gerieth auf eine Sandbank und wurde nach tapferer Gegenwehr außer Gefecht gesetzt.

Als die Herzogthümer Dänemark ausgeliefert wurden, war es natürlich auch mit der schleswig-holsteinischen Marine zu Ende. So kurze Zeit sie bestanden, so hatte sie doch Zeugniß abgelegt von der Befähigung des deutschen Volkes für den Kriegsdienst zur See und gezeigt, wieviel mit geringen Mitteln bei einheitlich geleiteten Kräften geleistet werden kann. —

Was hatte nun Preußen für die deutsche Marine gethan? Welche Stellung hatte dieser mächtigste, norddeutsche Staat, der schon lange mit Oesterreich um die Vorherrschaft im Staatenbunde wetteiferte, zur Marinefrage genommen?

Die folgende Darstellung wird zeigen, daß Preußen mit vollster Loyalität gegen den deutschen Bund die Verpflichtungen zu verbinden wußte, welche ihm seine führende Stellung unter den norddeutschen Staaten zuwies

Zu Anfang des Jahres 1848 verfügte Preußen über die zu Uebungszwecken für Navigationsschüler bestimmte Korvette „Amazone“, den Raddampfer „Preußischer Adler“, welcher als Postschiff zwischen Stettin und St. Petersburg verkehrte, und vertragsmäßig als Hilfskreuzer gebaut sein sollte, sowie zwei kleine Kanonenjollen. Das war das gesammte schwimmende Material, das man der dänischen Flotte hätte entgegenstellen können. Dabei hatte Preußen die längste deutsche Seeküste zu schützen. Hier war energisches Handeln geboten.

Obgleich man bereits im Mai sich darüber klar war, daß die nächste Maßnahme der Bau von Kanonenbooten zur Küstenvertheidigung und die Organisation eines Stammes zur Bemannung derselben sein müsse, der später der Bau größerer Schiffe auf e i g e n e n Werften zu folgen habe, so zögerte man vorerst mit der Ausführung, um den Entschließungen des Reiches nicht vorzugreifen. Man beschränkte sich zunächst darauf, die in Frankfurt und an anderen Orten stattfindenden Berathungen über die Gründung einer deutschen Flotte durch Gutachten, Denkschriften und sachverständige Delegirte zu unterstützen.

Erst im August begann das preußische Ministerium selbstständig mit dem Bau von Kanonenbooten, wollte aber zu einem weiteren Vorgehen die Frankfurter Entschließungen abwarten. Es wurden mehrere Kanonenschaluppen und Jollen als Muster und zur Erprobung, nach dänischen und schwedischen Modellen auf Stapel gelegt, um je nach den Ergebnissen der Versuche für die weiteren Bauten die eine, oder andere Art annehmen zu können. Ende Oktober beschloß das Staatsministerium die Angelegenheiten der Kriegsmarine unter

dem Vorbehalt an die deutsche Centralgewalt abzugeben, daß in der Ostsee ein preußischer Hafen zum Hauptkriegshafen gewählt, und auch preußische Werften zu dem Bau der Reichsflotte herangezogen würden. Auch wurde betont, daß Preußen nicht darauf verzichte, gegebenenfalls über die Grenzen seiner Matrikular-Beiträge hinaus, auf eigene Rechnung Kriegsschiffe zu bauen und zu bemannen.

Diese Forderung kann man, unter Berücksichtigung der damaligen Verhältnisse, nur als billig und wohlbegründet bezeichnen. Dennoch kam es nicht zur thatsächlichen Abgabe der preußischen Marine an das Reich, obgleich man in Frankfurt an den preußischen Wünschen keinerlei Anstoß genommen hatte.

Die technische Reichs-Marine-Kommission hatte unter Anderem vorgeschlagen[14]) im Ganzen, und vornehmlich zum Gebrauch in der Ostsee 80 Kanonenschaluppen zu bauen. Von diesen sollten ca. 40 von Preußen gebaut werden und dann nebst der Bemannung, gegen Anrechnung der wirklich entstandenen Kosten auf die 2. Rate des preußischen Matrikularbeitrages, der Reichs-Marine übergeben werden.

Preußen ging sofort an die Ausführung dieses Vorschlages und beschaffte darüber hinaus noch einige Dampffahrzeuge. Hierdurch glaubte sich das preußische Kriegsministerium berechtigt, die 2. Rate des Matrikularbeitrages vorläufig zurückzubehalten, während das Reichsministerium wiederholt um die Ueberweisung weiterer Beträge von der 2. Rate ersuchte. In einer Denkschrift vom Oktober 1849 rechtfertigt das Kriegsministerium sein Verhalten dadurch, daß es geschienen hätte, als ob die Kosten der Marinerüstungen mehr als die 2. Rate betragen würden, und daß andererseits das Reich von der schon vorhandenen Nordseeflotte weder Mann noch Schiff zur Vertheidigung der preußischen Ostseeküste gestellt habe, obgleich Preußen die erste Rate im Betrage von ca. 900 000 Thalern pünktlich bezahlt habe. Es liegt auf der Hand, daß dieser letztere Vorwurf gegen die Reichs-Marine ungerecht war; sie konnte noch garnicht für Preußen eintreten[15]) und am allerwenigsten konnte sie ihre Streitkräfte nach Maßgabe der Matrikularbeiträge auf die Küsten vertheilen.

[14]) Von der Organisation einer Flotte, welche Deutschland in die Reihe der Seemächte 1. Ranges stellen würde, hat die Kommission zunächst absehen zu müssen geglaubt und ihre detaillirten Vorschläge nur auf dasjenige beschränkt, was insbesondere Norddeutschlands Küstenschutz und der Schutz seines Handels auf offenem Meere und entfernten Stationen bedingt. Dazu wurden erforderlich erachtet:
15 Segelfregatten von 60 Kanonen (womöglich mit Auxiliar-Dampfmaschinen).
5 Dampffregatten,
20 Dampfkorvetten,
10 Dampfavisos mit Schaufelrädern.
5 Schoner.
30 Kanonenschaluppen

(Kriegsministerium).

Hätte das Reich aber, wie es ihm zukam, auch den Bau der Ostseeflotte selbst übernommen, so würde ihm auch die preußische 2. Rate nicht vorenthalten sein. Es ist hier auf die Thatsachen näher eingegangen worden, weil sie trefflich zur Bezeichnung der Klippen beitragen, an denen die deutsche Flotte zerschellte.

Noch im Herbst 1848 war die erste preußische Kanonenbootsflotille seefertig geworden und unter dem Kommando des früher holländischen Korvettenkapitäns Schröder zu Versuchen und Uebungen im Greifswalder Bodden bei Puttbus vereinigt.[16]) Die Bemannung bestand aus 465 Köpfen theils seemännischen, theils nicht seemännischen Personals, das theilweise dem aktiven Dienststande der Armee angehörte, theilweise aus ausgedienten Leuten zusammengesetzt war. Sie hatte bis dahin das „Marine-Bataillon" gebildet. Die Kanonenboote wurden von solchen Kapitänen und Steuerleuten geführt, welche sich zum versuchsweisen Eintritt in die Marine bereit erklärt hatten.

Die Flagge, welche diese Fahrzeuge führten, war und blieb die preußische, da es dem damaligen deutschen Reiche nicht gelang, die allgemeine Anerkennung seiner schwarz-roth-goldenen Flagge zu erwirken, geschweige denn sie vor Insulten zu schützen.

Die Flottenübungen ergaben, daß das dänische Modell mit einigen Aenderungen, welche durch die schwerere, preußische Armirung[17]) bedingt waren, geeignet sei, und so wurde dieses den weiteren Bauten zu Grunde gelegt.

Die Angelegenheiten der Küstenflotille waren vorläufig dem Kriegsministerium überwiesen; gleichzeitig war aber vom König eine Marine-Kommission unter Vorsitz des Prinzen Adalbert von Preußen berufen worden, welche über die Marineangelegenheiten das Weitere „ermitteln, berathen und darüber berichten" sollte.

Zur Heranbildung eines Seeoffizierkorps wurden einige junge Leute als Aspiranten eingestellt und nach 1jähriger Dienstzeit zu Seekadetten befördert. Alle in Dienst gestellten Fahrzeuge wurden einer Kommandobehörde unterstellt, an deren Spitze der ehemalige Kor-

[15]) Die einzigen fertigen Schiffe waren die hamburgischen, und diese waren zu groß für den holsteinischen (Eider) Kanal und zu schwach, um sich die Passage durch dänische Gewässer zu erzwingen.

[16]) 4 in Stettin gebaute Kanonenschaluppen,
1 in Stralsund durch ein Privat-Komité gebautes Haff-Kanonenboot (Stralsund),
1 in Berlin gebaute eiserne Kanonenschaluppe,
4 Kanonenjollen (davon 2 eiserne, 2 in Stettin durch ein Privat-Komité gebaut).
(Kriegsministerium.)

[17]) Jede Schaluppe war mit einem 25 lbgen Bombenkanon und einem langen 24 lber armirt, und außer dem Führer mit 2 Unteroffizieren und 60 Mann besetzt. Die Kanonenjollen trugen ein 25 lbges Bombenkanon und 1 Unteroffizier und 20 Mann; die letzteren Fahrzeuge eigneten sich nur für ganz ruhiges Wasser. (Kriegsministerium.)

vettenkapitän Schröder als jetziger Kommodore stand, und über dieser führte Prinz Adalbert als General-Leutnant und Inspekteur der Artillerie zugleich das Oberkommando der Marine. Zu den weiteren organisatorischen Maßnahmen gehört eine, den an Bord schwierigen Disziplinarverhältnissen Rechnung tragende, Disziplinarstrafordnung, eine Verordnung über die Uniformen und Rangabzeichen der Marine, über die Rangverhältnisse zwischen Landarmee und Marine und anderes mehr.

Aus diesen Einzelheiten erhellt die sachkundige und kraftvolle Leitung, die mit den verfügbaren Mitteln zu rechnen wußte, aber auch andererseits über jene, wenn auch bescheidenen, Mittel thatsächlich verfügen konnte. So wurde es möglich, daß schon im Juli des Jahres 1849 unter dem Befehl des Kommodore Schröder 1 Segel-Korvette, 2 Dampfschiffe, 21 Kanonenschaluppen und 6 Kanonenjollen mit 67 Geschützen, 37 Offizieren und 1521 Mann schlagfertig waren. Allerdings stellt diese Thatsache preußischer Thatkraft und Umsicht ein glänzendes Zeugniß aus, dem Feinde konte diese Flotte aber nicht sonderlich Abbruch thun. Ihre kriegerischen Leistungen beschränkten sich deshalb darauf, daß sie gelegentlich einige Schüsse gegen dänische Kreuzer abgab, welche sich ihr allzu sorglos genähert hatten. Zu einem wirklichen Seegefecht kam nur der einzige seetüchtige Dampfer der preußischen Marine „Preußischer Adler“, dem es gelang, am 27. Juni 21 Seemeilen WNW von Brüsterort die dänische Brigg „St. Croix“ zu stellen. Nach fünfstündigem Kampf mußte das Gefecht in Folge der Dunkelheit abgebrochen werden ohne die Aussicht, es am nächsten Tage wieder aufnehmen zu können, weil inzwischen die weit stärkere dänische Korvette „Galathee“ den Kampfplatz erreicht hatte.[18])

Auf die Handhabung der Blockade hatte die preußische Marine denselben günstigen Einfluß wie die schleswig-holsteinische. Während die dänischen Blockadeschiffe im Vorjahre Monate lang an der Grenze der Geschützwirkung der Küstenwerke zu Anker gelegen, und um sich die aufgegriffenen Kauffahrteischiffe versammelt hatten, bis die Zahl ihnen hinreichend schien, um sie nach Kopenhagen überzuführen, hielten sich die Dänen 1849 in etwas respektvollerer Entfernung von der Küste und den Hafeneinfahrten, sodaß die Küstenschiffahrt ziemlich lebhaft blieb und auch größere Kauffahrteischiffe noch ein- und auslaufen konnten ,nachdem die Blockade bereits erklärt war.

Der Friedensschluß mit Dänemark am 2. Juli 1850 beendete

[18]) „St. Croix“ war mit 16 Geschützen armirt und feuerte ca. 200 Schüsse, „Preußischer Adler“ hatte 4 Geschütze und feuerte 68 Schüsse. Der Kommodore Schröder befand sich an Bord. Wegen ihres guten Verhaltens erhielten auf Vorschlag des Kommodore die Lts. 1. Klasse Schirrmacher und Varandon, sowie der Auxiliaroffizier Held ein besonderes Lob, der gesammten übrigen Besatzung sprach Prinz Adalbert Lob und Dank in einem besonderen Tagesbefehl aus. (A. Jordan.)

den mobilen Zustand der Flotte, und ihre Ueberführung in den Friedensstand brachte eine entsprechende Verminderung des Personals mit sich. —

Wenn das Jahr 1850 für die deutsche Flotte mit den traurigsten Aussichten schloß, und dem kurzen, aber nicht ruhmlosen Leben, der kleinen schleswig-holsteinischen Marine, ein frühes, jähes Ende bereitete, so hatte die Begeisterung des Jahres 1848 doch in Gestalt der jungen, preußischen Armee einen Keim geschaffen, der nicht wieder verkümmern sollte und schon am Ende jenes Jahres zu den freudigsten Hoffnungen berechtigte.

Wie sich die heißen Wünsche aller Vaterlandsfreunde, denen nicht kleinliche Eitelkeit und Sonderrechtelei den Blick verschleierten, Preußen zuwandten, als derjenigen Macht, welche allein im Stande sein würde, einem einigen Deutschland das Rückgrat zu geben, so sah schon jetzt mancher Flottenfreund getröstet auf das junge Reis, von dem man hoffen konnte, daß es sich aus einer preußischen Küstenflotille zu einer Flotte entwickeln werde, in deren Schatten und Schutz sich dereinst deutscher Fleiß, deutscher Unternehmungsgeist, und deutsche Sitte über alle Meere auszudehnen und in aller Herren Länder sicher zu fühlen vermöchten.

So ward das Jahr 1848 zum Geburtsjahr der Kriegs-Marine.

* * *

Zweiter Abschnitt. [1]

1851—1863.

Mit dem Friedensschluß zwischen Preußen und Dänemark begann für die preußische Marine der erste Abschnitt planmäßiger Entwickelung. Bis dahin hatte man den nothwendigsten Bedürfnissen des Krieges Rechnung tragen müssen, jetzt konnte man an den Ausbau und die innere Festigung des Geschaffenen denken. Darüber hinaus nahm man den Bau einer Flotte in die Hand, welche

[1]) Einschlägige und theilweise benutzte Litteratur: Preußen an der Nordsee. Eine Tagesfrage: Oldenburg 1854. Friedrich Harkort. Die preußische Marine und die deutsche Flotte. Berlin 1861. Derselbe die preußische Handels- und Kriegs-Marine ꝛc. Berlin 1852. A. v. Cronsaz. Kurze Geschichte der deutschen Kriegsmarine. Berlin und Wriezen a. O. 1873. A. Jordan. Geschichte der brandenburgisch-preußischen Kriegsmarine. Berlin 1857. A. Heye. Die Marine-Infanterie. Berlin 1891. A. Tesdorpf. Geschichte der Kaiserlich-deutschen Kriegsmarine. Kiel und Leipzig 1889. R. Werner. Bilder aus der deutschen Seekriegsgeschichte München 1899.

nach Art und Stärke dem Vaterlande eine wirkliche Waffe zur See werden sollte. Die Fürsorge der Marineleitung wandte sich daher in gleichem Maße der Organisation, Ausbildung und Verstärkung zu. Es empfiehlt sich nicht, diese Thätigkeit auf jedem einzelnen Gebiet gesondert zu verfolgen, weil dabei das Ineinandergreifen des ganzen Getriebes weniger klar zum Ausdruck käme. Die zeitliche Reihenfolge soll daher auch bei der nachfolgenden Darstellung zu Grunde gelegt werden.

Schon bevor der Friede mit Dänemark endgültig geschlossen war, traf man zwei erwähnenswerthe Maßnahmen, deren eine die Scheidung des Personals nach seiner Sonderausbildung und seinen Funktionen bezweckte. Aus dem seemännischen Personal, dem an Bord eines Kriegsschiffes neben der seemännischen Bedienung des Schiffes die Bedienung der Geschütze zufällt, wurde die Matrosenstamm-Division gebildet; die Nichtseeleute, unter denen die Marineinfanteristen das Gros abgeben, wurden zu einem Marinierkorps nach dem Beispiel älterer Marinen zusammengefaßt.

Die zweite Maßnahme bestand in dem Erwerb des der Seehandlung gehörenden Schiffes „Merkur“[2]) zur Ausbildung von Schiffsjungen und Kadetten.[3]) Wie sehr man auf eine gründliche Ausbildung dieses wichtigen Nachwuchses bedacht war, geht daraus hervor, daß man S. M. S. „Merkur“ schon während des Sommers 1850 als Schiffsjungenschulschiff gemeinsam mit dem Kadettenschulschiff „Amazone“ in der Ostsee kreuzen ließ, und es darauf im Herbst desselben Jahres mit den Kadetten auf eine ½jährige Reise nach Brasilien und dem südatlantischen Ocean entsandte.

So wehte nach fast hundertjähriger Pause die preußische Kriegsflagge zum ersten Male wieder auf blauem Wasser! Mit welcher Freude und mit welchem Stolz mag sie von den Landsleuten jenseits des Oceans begrüßt worden sein; welche Hoffnungen mag ihr Erscheinen geweckt und von Neuem belebt haben!

Einen weiteren Zuwachs erfuhr die Marine durch zwei in England gebaute Dampf-Avisos, „Salamander“ und „Nix“[4]), und außerdem wurde der Privatwerft von Klawitter in Danzig der Bau eines Dampfschiffes von 12 Kanonen und 400 Pferdekräften, der späteren Korvette „Danzig“, übertragen. Es war das erste größere Dampfkriegsschiff, das auf einer deutschen Werft gebaut wurde. Leider stellte dieser Bau trotz guter Pläne und tadelloser Ausführung einen Mißerfolg dar, weil nicht hinreichend getrocknete Hölzer zum Bau verwendet werden konnten und dem Schiff deshalb nur eine kurze Lebenszeit beschieden war. Schließlich bleibt die Gabe des „Frauenvereins“,

[2]) Merkur war ein Kauffahrteisegelschiff, das mit 4 kurzen Achtzehnpfündern armirt wurde.

[3]) Schiffsjungen sind Unteroffiziersaspiranten; Kadetten, Seeoffiziersaspiranten.

[4]) Je 160 Pferdekräfte und 6 Geschütze.

der von 1848—50 23 000 Thlr. für den Bau eines Kriegsschiffes zusammengebracht und dann für diesen Preis, auf Vorschlag des Prinzen Adalbert, einen Kriegsschooner in Bau gegeben hatte, zu vermerken. Dem Schiff, welches zuerst den Namen „Frauengabe" trug, wurde bei seiner Einstellung in die Marine der schöne Name „Frauenlob" verliehen.

Besonders schwierig war die Beschaffung der erforderlichen höhern Seeoffiziere. Die einzigen Stabsoffiziere waren der bereits früher erwähnte Kommodore Schröder und der aus der deutschen Marine zur Dienstleistung kommandierte Kapitän z. S. Donner. Da es zu Hause keine Persönlichkeiten gab, die für die Besetzung höherer Stellen in der Marine geeignet gewesen wären, so mußte man darauf Bedacht nehmen, solche im Auslande zu gewinnen. Obgleich keine Marine im Stande gewesen wäre, bessere Lehrer für die preußische Flotte zu stellen als die englische, zog man es aus gewissen Gründen vor, sich an Schweden zu wenden und von dort wurden 1852 drei Seeoffiziere zum Dienst in der preußischen Marine beurlaubt.

Aus dem Bestande der deutschen Flotte wurden „Gefion" und „Barbarossa" angekauft, unter der Bedingung, daß der Kauf rückgängig werden sollte, wenn der Verein der Küstenstaaten zur Bildung einer Nordseeflotte bis zum 31. März 1852 die Schiffe übernehmen wolle. Bekanntlich kam es nicht zur Bildung des Vereins, geschweige denn zu der geplanten Nordseeflotte.

Das Gebiet der inneren Organisation berührte die Besetzung der Marinedepots zu Danzig, Stralsund und Swinemünde mit Offizieren der Marine als Vorstehern, sowie die Verlegung des Stettiner Depots und des in ein Seebataillon umgewandelten Marinierkorps nach Swinemünde.

Im Herbst des Jahres 1852 wurde ein Geschwader aus „Gefion", „Amazone" und „Merkur" formirt und an die Küsten des südatlantischen Oceans entsandt. Diese Expedition diente nicht nur Ausbildungszwecken, sondern vor Allem den überseeischen Interessen des Landes, die es erheischten, daß sich die preußische Marine vor aller Welt „flügge" zeige.

Das Jahr 1853 brachte der Marine zwei Errungenschaften von weittragender Bedeutung: die Admiralität und den Platz für einen Kriegshafen an der Nordsee.

Die Marine war bis dahin der Fürsorge des Kriegsministeriums anvertraut gewesen, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese Zugehörigkeit, diese Anlehnung an die starke und bewährte preußische Armee, ein Glück für die noch junge Schöpfung war und ihre Entwickelung bis zu einem gewissen Punkte bestens gefördert hatte. Je mehr die Marine aber aus einer Küstenflottille zu einer Flotte heranwuchs, je mehr sie sich von der Küste der hohen See zuwandte, desto lebhafter mußte das Bedürfniß nach eigener, von der Armee unabhängiger Leitung und Verwaltung werden. Das junge Entlein wollte und mußte auf sein Element hinaus, wohin es seine

fürsorgliche Bruthenne nicht führen konnte. Obgleich die Ueberzeugung von der Nothwendigkeit solcher Trennung an den maßgebenden Stellen vorhanden war, kostete es dem Oberkommando, das hier die berufene Vertreterin der maritimen Interessen war, einen harten Kampf, bis es zu dem erstrebten Ziele einer selbständigen Marinebehörde gelangte. Die einleitenden Schritte begannen im Juni, als durch eine A. C. O. die Bildung eines Marine-Kollegiums befohlen wurde, da die Entwickelung der Marine so weit gediehen sei, daß ihre Verwaltung eine selbständige Behörde vollständig beschäftigen könne und die Leitung durch eine solche erfordere, sowie deshalb, weil der Theil der Marine, der in engerem Zusammenhang mit der Landesvertheidigung stehe, die Küstenflottille nämlich, bereits an Bedeutung hinter die ausschließlich maritime Thätigkeit zurücktrete.[5]) Die Verhandlungen zwischen den betheiligten Ressorts, die sich an diese Ordre knüpften, gingen hin und her und erreichten erst im Dezember dadurch ihr Ende, daß der damalige Ministerpräsident von Manteuffel sich auf die Seite des Oberkommandos stellte und vom Könige eine Ordre erwirkte, welche die Bildung einer obersten Marinebehörde unter dem Namen „Admiralität“ befahl. Chef dieser Behörde wurde der Präsident des Staatsministeriums, die Leitung der Geschäfte wurde dem Oberbefehlshaber der Marine, Prinzen Adalbert, übertragen.

Die Ostsee ist ein Binnenmeer, dessen Zugänge durch Belte und Sund auch einer seemächtigen Flotte durch einen Schwächeren, der im Besitz der dänischen Küsten ist, verlegt werden können. Die preußische Flotte hatte daher so lange keine volle Bewegungsfreiheit, wie ihr Weg zum und vom Weltmeer durch diese Gewässer führte. Diesem Mangel konnte man auf zweierlei Weise begegnen. Entweder mußte man sich nach einem Hafen an der Nordseeküste umsehen, oder eine Wasserverbindung zwischen der Nord- und Ostsee schaffen, die auch großen Schiffen das Passiren gestattete und gegen feindliche Unternehmungen gesichert werden konnte.

An diese letztere Maßnahme hatte man bereits 1848 gedacht, und es ist interessant zu sehen, daß ein damals von privater Seite[6]) angeregter Nord-Ostseekanal fast genau die Richtung des jetzigen Kaiser-Wilhelm-Kanals verfolgen sollte. Allerdings mündete er nicht in die Kieler Föhrde, sondern in die Eckernförder Bucht. Diese letztere Trace ist aber auch bei dem Entwurf des jetzigen Kanals seiner Zeit in Erwägung gezogen worden. Damals sollte der Kanal der d e u t s c h e n Flotte, die man gründen wollte, eine Verbindung zwischen Nord- und Ostsee sichern. Dabei war Schleswig-Holstein als d e u t s c h e s

[5]) R. Jordan.

[6]) Unterzeichnet ist das Projekt von J. Paap, Brenning und C. A. Hudemann, alle zu Rendsburg. Es stützt sich auf einen technischen Bericht des Deichinspektors C. F. Christensen I und des Wasserbaudirektors H. Christensen, beide zu Glückstadt.

Land betrachtet worden. Diese Träume waren zerronnen, und für Preußen war die Möglichkeit einer gesicherten Kanalverbindung beider Meere zu jener Zeit ausgeschlossen. Es konnte deshalb nur an einen Kriegshafen an der Nordsee denken.

In dem Wattenmeere der Nordseeküste befinden sich nur 4 tiefe, auch für große Schiffe passirbare, Einläufe: die Ems-, die Jade-, die Weser- und die Elbmündung. Unter diesen war zu wählen. Ems und Elbe mußten außer Betracht bleiben, weil sie als Grenzflüsse gegen Holland und Dänemark der Flotte keinen hinreichend sicheren Stützpunkt bieten konnten, und vor der Weser erhielt die Jade wegen des tieferen Fahrwassers den Vorzug. Auch liegt eine räumliche Trennung von Kriegs- und Handelshäfen im Interesse der Marine wie des Handels.

An der Jade hielt man jenen Punkt, an welchem das tiefe Fahrwasser sich der Küste am meisten nähert, das heißt die damalige Fährhuk in der Nähe des Dorfes Heppens auf oldenburgischem Gebiet, zur Anlage eines Kriegshafens für geeignet. Man wandte sich an Oldenburg und fand hier bei dem Großherzoge Peter ein von jeder kleinlichen Regung freies Entgegenkommen und weitschauendes Verständniß. Von beiden Seiten wurden Kommissare ernannt,[1]) welche unter Vorbehalt der landesherrlichen Genehmigung in der Hauptsache folgende Abmachungen trafen: Preußen sollte den oldenburgischen Seehandel und die oldenburgische Seeschiffahrt in gleicher Weise, wie die eigene, in den Schutz seiner Marine stellen und auf Verlangen Oldenburgs den Schutz der oldenburgischen Küsten gegen Angriffe von der Wasserseite übernehmen. Dagegen wollte Oldenburg ein bestimmtes am Jadebusen gelegenes Gebiet mit voller Staatshoheit an Preußen abtreten, damit dieses daselbst auf eigene Kosten einen Kriegshafen anlege. Das bezeichnete Gebiet umfaßte ein Areal von 1211 Morgen (magdeburgisch) auf dem westlichen Ufer bei Fährhuk, und 8 Morgen (magdeburgisch) auf dem gegenüberliegenden Ufer bei Eckwarden. Außerdem versprach Oldenburg weiteres Gebiet herzugeben, wenn sich das Bedürfniß dazu bei Anlage des Hafens und seiner Befestigungen ergeben sollte. Preußen wurde auf der Rhede zwischen der Heppenser Ecke (Fährhuk) und der Eckwarder Hörn (auf dem Ostufer), das Recht der Marinepolizei eingeräumt und ihm die Befugniß zugesprochen, auf der Jade von Fährhuk bis zur See auf eigene Kosten alle ihm für eine sichere Navigirung erforderlich scheinenden Schiffahrtszeichen herzustellen. Ein Festungsrayon, der das zukünftig preußische Gebiet in hinreichender Ausdehnung umgeben sollte, wurde vorgesehen, und über die Anlage von Verkehrsstraßen und einer Eisenbahnverbindung nach dem Binnenlande wurden Abmachungen getroffen. Für das abgetretene Gebiet sollte Preußen 500 000 Thlr. an Oldenburg zahlen und sich außerdem verpflichten,

[1]) Von Preußen der Reg.-Rath Dr. Ernst Gäbler, von Oldenburg der Reg.-Rath Albrecht, Johannes, Theodor Erdmann.

sofort mit dem Bau des Hafens zu beginnen und innerhalb der ersten 3 Jahre mindestens 400 000 Thlr. dafür aufzuwenden. Der Vertrag sollte von Oldenburg unkündbar sein und Preußen seine Rechte nicht an einen Dritten übertragen dürfen. Schließlich legte Oldenburg Werth darauf, daß Preußen sich verpflichte, die erreichten Vortheile nicht zu Handels- und politischen Zwecken ausnützen zu wollen.

Der Vertrag, welcher 31 Artikel umfaßt, zeugt ebenso sehr von Gründlichkeit und Sachkenntniß, wie von gegenseitigem Wohlwollen und klarem Blick für den angestrebten Zweck. Mit dem gleichen Verständniß behandelten ihn die Volksvertretungen beider Staaten, und so erhielt Preußen durch dieses vom 20. Juli 1853 datirte Abkommen an der Nordseeküste ein eigenes Grundstück, auf welchem es seiner Marine ein Heim errichten konnte. Von hier aus stand der Weg zum Ocean offen.

Das Geschwader, welches aus „Gefion“, „Amazone“ und „Merkur“ bestand, und, wie berichtet, im atlantischen Ocean kreuzte, kehrte im Frühjahr 1853 nach England zurück. Von dort wurde „Amazone“ nach der Heimath abberufen und durch die neue Korvette „Danzig“ ersetzt. Das Geschwader erhielt den Befehl, sich in das Mittelmeer zu begeben und suchte hier den griechischen Archipel auf, während „Danzig“ nach Konstantinopel ging, um durch ihre Anwesenheit diplomatische Schritte der preußischen Gesandtschaft zu unterstützen. Bekanntlich spitzten sich die politischen Verhältnisse damals zu dem bald ausbrechenden Krimkriege zu.

Im Frühjahr 1854 traten „Gefion“ und „Merkur“ die Heimreise an, während „Danzig“ im Mittelmeere verblieb. Unterwegs setzte „Merkur“ in England 7 Fähnrichs zur See an Land, die auf 3 Jahre zum Dienst in der englischen Flotte beurlaubt waren.

Auch das verflossene Jahr hatte eine Vermehrung des schwimmenden Materials gebracht. Außer der Korvette „Danzig“ war die Brigg „Hela“ in die Marine eingestellt worden.

Das Jahr 1854 begann mit der Formirung eines militärisch organisirten Werftkorps auf den Königlichen Werften. Dieser Ordre folgte alsbald die hervorragend wichtige Regelung des Ersatzwesens der Marine. Der betr. Erlaß bestimmte in Kürze folgendes:*) Die Marine deckt ihren Bedarf an Mannschaften durch freiwillige Seedienstpflichtige, Ersatzpflichtige und bei Expeditionen und Kriegsrüstungen durch Einziehung von Reserven und Seewehrmannschaften. Freiwillige sind: Schiffsjungen, Freiwillige im gewöhnlichen Sinne und Kapitulanten. Seedienstpflichtig sind bis zum vollendeten 39. Lebensjahre diejenigen, welche freiwillig im Matrosenkorps gedient haben, und diejenigen, welche bei Eintritt in das dienstpflichtige Alter mindestens 2 volle Jahre auf preußischen Seeschiffen gefahren haben. Zur Deckung des jährlichen Ersatzbedarfs werden dem Matrosenkorps: Fischer, Schiffsmannschaften und solche Ersatzpflichtige, welche

*) v. Cronsaz.

vornehmlich auf dem Wasser zu thun haben, überwiesen; dem Werftkorps: Schiffszimmerleute, Bohrer, Kalfaterer, Segelmacher, Blockmacher, Seiler, Säger, Schiffs-Anker- und Kettenschmiede, Maschinisten, Heizer und Maschinenbauer; und dem Seebataillon: Mannschaften aus allen Ersatzbezirken unter besonderer Berücksichtigung solcher, die ein Gewerbe auf Flüssen und Seen betreiben.

Im Juni wurden die Stationskommandos organisirt und zwar in der Art, daß die Ostseeküsten einerseits, und die Nordseeküsten andererseits zu je einer Marinestation zusammengefaßt wurden. Dem Stationschef, der ein Seeoffizier sein mußte, wurden die Sicherheit der Kriegshäfen und Werften, die Marinepolizei über die Rheden und die maritime Küstenvertheidigung anvertraut und seinem Befehl das gesammte Marinepersonal der Station, die von der Marine abhängigen Küstenwerke, und alle von der Station in Dienst gestellten Fahrzeuge, soweit darüber nicht Anderes bestimmt, unterstellt. Das Marinestationskommando der Ostsee hatte seinen Sitz in Danzig, dasjenige der Nordsee wurde vorläufig noch nicht formirt.

Damit waren die grundlegenden Maßnahmen des Jahres 1854 noch nicht erschöpft. Ein Organisations-Reglement für das Personal der Marine gliederte das gesammte Personal nach Dienstgraden und Dienstzweigen, setzte die gegenseitigen Befugnisse fest, regelte die Pflichten und Rechte, bestimmte die Dienstobliegenheiten der verschiedenen Branchen und ertheilte Vorschriften für die Ausbildung des Ersatzes von Offizier- und Mannschaftspersonal.

Die Gesammtheit dieser Erlasse und Verordnungen stellt eine bewundernswerthe Arbeitsleistung der betheiligten Marinebehörden, in Sonderheit der Admiralität, dar.

Dem einzigen Schiffszuwachs dieses Jahres, der in der Erwerbung der britischen Segelfregatte „Thetis" bestand, steht der Verlust der Dampfavisos „Salamander" und „Nix", die für erstere ausgetauscht wurden, gegenüber. Man bedurfte eines größeren Schiffes zur Ausbildung im Artilleriedienst und zahlte mit den beiden Avisos nach dem absoluten Werth der Schiffe nur wenig für die Segelfregatte. Trotzdem können wir diesen Austausch als keinen sehr glücklichen bezeichnen, da der Gefechtswerth von Segelschiffen bereits stark gesunken war und es der Marine an Dampfschiffen mangelte. Es kann deshalb um so freudiger begrüßt werden, daß im nächsten Jahre zwei Dampfschraubenkorvetten „Arkona" und „Gazelle" auf der Königlichen Werft zu Danzig auf Stapel gelegt wurden, wenn ihre Fertigstellung auch erst 58 und 59 erfolgte. Diese Schiffe erforderten schon eine Bauzeit von 2—3 Jahren; heute ist sie für große Schiffe auf 4—5 Jahre angewachsen.

Auch das Jahr 1855 brachte der Marine eine bedeutsame Erweiterung auf organisatorischem Gebiet. Es wurde in Berlin das Seekadetten-Institut gegründet. Dieses Institut ging aus den theoretischen Seekadetten-Kursen, die früher in Stettin und später in Danzig abgehalten wurden, hervor. Man hatte sich bereits mehrere Jahre

mit dem Plane dazu befaßt und längere Verhandlungen mit dem Kadettenkorps der Armee gepflogen, um sich die erprobten Einrichtungen dieses zum Muster nehmen zu können. Das Institut wurde der Admiralität unmittelbar unterstellt. Dieser Umstand und die bessere Gelegenheit zur Gewinnung von Civillehrern fielen besonders bei der Wahl von Berlin als Standort ins Gewicht. Das Kadetten-Institut sollte den in die Marine eintretenden Kadetten diejenige Ausbildung gewähren, die sie befähigte, durch Selbststudium und durch die Praxis den Anforderungen gerecht zu werden, welche der Dienst an einen Leutnant zur See stellte. Sie war demnach eine körperliche, wissenschaftliche und sittliche, und erstreckte sich über 4 Coeten, die nach einander durchzumachen waren.

Auf der Rhede von Neufahrwasser bei Danzig heißte „Prinz Adalbert“, der inzwischen zum Admiral ernannt worden war, seine Flagge auf der „Danzig“ als Chef eines Geschwaders, das aus dieser Korvette, der Fregatte „Thetis“, der Korvette „Amazone“, dem Schiffsjungenschulschiff „Merkur“ und dem Schooner „Frauenlob“ bestand. Das Geschwader begab sich alsbald nach Madeira. „Merkur“ verblieb in der Ostsee. Von Madeira aus kehrte „Amazone“ in die Heimath zurück. „Thetis“ und „Merkur“ gingen im Interesse wirthschaftlicher Beziehungen nach dem Rio de la Plata, und das Flaggschiff „Danzig“ ging in das Mittelmeer, wo vor nicht langer Zeit ein preußisches Handelsschiff von den Riffpiraten an der marokkanischen Küste ausgeplündert worden war. Die Bestrafung des räuberischen Beduinenstammes war die Aufgabe der „Danzig“. Als der Prinz Admiral in der Nähe des Kaps „Tresforcas“ am 7. August persönlich eine Erkundungsfahrt längs der Küste in einem der Schiffsboote leitete, wurde von Land aus auf dieses Boot geschossen. Dieser frechen Herausforderung der preußischen Kriegsflagge wollte der Prinz sofort die gebührende Antwort folgen lassen. Er kehrte daher an Bord zurück, ließ sämmtliche Boote zum Landen armiren und erstürmte an der Spitze des Landungskorps das Ufer, das gerade an jener Stelle von der Natur außerordentlich gut vertheidigt war. Aber weder die schwierige Oertlichkeit, noch die tapfere Gegenwehr der Araber vermochten den Sturmlauf der Seeleute zu hemmen. Das Beispiel ihres Führers, die preußische Ueberlieferung, und der entflammte furor teutonicus ließen sie nicht eher halten, als bis ihre Flagge auf dem oberen Rande der Felsenabhänge im Winde flatterte.

Einen dauernden Erfolg gegenüber den Piraten hatte das Unternehmen nicht, da man sich bald vor zehnfacher Uebermacht an Bord zurückziehen mußte. Auch stand der Verlust von 7 Todten und 22 Verwundeten, unter welch' letzteren sich der Prinz befand, in keinem Verhältniß zu dem Erreichten. — Wohl aber hatte die rasche That das Selbstbewußtsein der jungen Marine mächtig gehoben und dem Vaterlande wie aller Welt gezeigt, daß deutsche Matrosen an kriegerischem Geist Niemandem nachstehen. Hierfür war der gezahlte Preis nicht zu hoch!

Die Kriegsbereitschaft der Marine wurde am Schlusse des Jahres durch die Errichtung des Seewehroffizierkorps nach Muster der Landwehroffizierkorps der Armee wesentlich gefördert. Dieser Ordre folgten im Januar des nächsten Jahres zu dem gleichen Zwecke Bestimmungen für die Mannschaften des inaktiven Dienststandes und bald darauf wurde an Stelle des Matrosen- und Werftkorps die Formirung je einer Matrosendivision, zu der alle Matrosen gehören sollten, einer Schiffsjungendivision und einer Werftdivision, welch letztere aus den Maschinisten und Handwerkern gebildet werden sollte, für jede Marinestation befohlen.

Der Schiffsbestand wurde durch die bereits erwähnte Dampfschraubenkorvette „Arkona" und die königliche Dampfyacht „Grille", die noch heute der Flotte angehört, vermehrt. Dieses Fahrzeug war 1857 in Havre vom Stapel gelaufen und gehörte damals zu den schnellsten Dampfschiffen der Welt.

Das Jahr 1859 führte die Dampfschraubenkorvette „Gazelle" und den Radaviso „Loreley", der ebenfalls in Danzig gebaut worden war, der Marine zu.

Die Admiralität erfuhr eine Umwandlung durch Trennung der Kommandogewalt von der Verwaltung. An die Spitze der Letzteren trat ein Chef mit den Rechten und Pflichten eines verantwortlichen Ministers, das Oberkommando wurde weiter von dem Oberbefehlshaber der Marine geführt, der gleichzeitig Generalinspekteur der Marine war. Zwei Jahre später, am 16. 4. 61, wurde an Stelle der Admiralität ein Marineministerium gebildet und dieses dem Kriegsminister v. Roon zu seinem anderen Ressort übertragen.

Die wirthschaftlichen Vortheile, welche andere Nationen auf Grund der englisch-französischen Siege über China sich im fernen Osten zu sichern wußten, veranlaßte die preußische Regierung 1859, eine außerordentliche Gesandschaft zur Anknüpfung kommerzieller und politischer Verbindungen nach Ostasien zu schicken, zu deren Unterstützung eine Schiffsexpedition ausgerüstet wurde. Das Geschwader bestand aus der Schraubenkorvette „Arkona" als Flaggschiff des Kommodore Sundewall, der Segelfregatte „Thetis", dem Schooner „Frauenlob", sowie dem Klipperschiff „Elbe" als Beischiff. Das Unternehmen dehnte sich bis zum Jahre 1862 aus und die Marine konnte hier in hervorragender Weise die allgemeinen und wirthschaftlichen Vortheile des Vaterlandes fördern. Leider ging dabei der Schooner „Frauenlob" im September 1860 in der Nähe von Jeddo in einem Teifun mit ganzer Besatzung verloren.

Diesem ersten Schiffsverlust folgte in Jahresfrist der zweite durch den Untergang der Korvette „Amazone". Sie sollte als Kadettenschulschiff während des Winters an der portugiesischen Küste kreuzen und war Anfangs November von Hamburg in See gegangen. Seitdem blieb sie verschollen und nur die Königsstandarte, der Großmast und ein Eßgeschirr, die an der holländischen Küste antrieben,

ließen vermuthen, daß „Amazone“ einem am 14. November in der Nordsee tobenden Orkane verfallen sei. Mit ihr hatten 5 Offiziere, 1 Arzt und 120 Mann den Seemannstod gefunden! —

Die Korvette „Danzig“ schied in Folge von vorzeitiger Unbrauchbarkeit, deren Grund weiter oben angegeben, im Jahre 1863 aus.

Die Materialverluste gleicht indeß ein Zuwachs von Schiffen aus, der von der Fürsorge, welche Regierung und Volksvertretung der Marine zuwandten, Zeugniß ablegt. 1860 wurden 19 Dampfkanonenboote eingestellt und die Dampfschraubenkorvette „Hertha“ und „Vineta“ auf Stapel gelegt. Im darauf folgenden Jahre streckte man den Kiel für die Dampfschraubenkorvetten „Nymphe“ und „Medusa“ und 4 weitere Kanonenboote. Aus einer besonderen Bewilligung von 200 000 Thlrn. kaufte die Marineverwaltung im Jahre 1863 in England die Segelfregatte „Niobe“ und die Segelbriggs „Musquito“ und „Rover“.

Eine Aufrechnung des Schiffsbestandes am Ende des Jahres 1863 führt zu folgendem Ergebniß:

A. Dampfschiffe mit Gefechtswerth:
- 3 Korvetten, „Arkona“, „Gazelle“, „Vineta“ mit je 27 bis 28 Geschützen . . . . 84 Gesch.
- 1 Korvette, „Nymphe mit 17 Geschützen . . . 17 „

B. Dampfschiffe mit geringem Gefechtswerth:
- 4 Kanonenboote 1. Klasse mit je 3 Geschützen 12 Gesch.
- 17 Kanonenboote 2. Klasse mit je 2 Geschützen 34 „
- 3 Avisos, „Preußischer Adler“, „Loreley“, „Grille“ 8 „

C. Dampfschiffe ohne Gefechtswerth:
- 1 Korvette, „Barbarossa“ . . . . 9 Gesch.

D. Segelschiffe mit geringem oder keinem Gefechtswerth:
- 3 Fregatten, „Gefion“, „Thetis“, „Niobe“ . . 112 „
- 3 Briggs, „Musquito“, „Rover“, „Hela“ . . . 4 „
- 2 Schooner . . . . 4 „

E. Ruderfahrzeuge ohne Gefechtswerth:
- 40 Fahrzeuge . . . . 76 „

Der Vollständigkeit halber mag hier der Personalbestand angeschlossen werden. Derselbe betrug: 78 Seeoffiziere und 1407 Deckoffiziere, Kadetten und Mannschaften, 22 Offiziere und 611 Mann des Seebataillons, sowie 8 Offiziere und ca. 250 Mann Seeartillerie.

Aus der Schiffsliste ist das eigenthümliche Stärkeverhältniß der Kampfschiffe zu den Schulschiffen und Schiffen zu besonderen Zwecken in die Augen springend, und es muß ohne Weiteres zugegeben werden, daß sich die Kampfmittel der Marine in den letzten 14 Jahren nicht in dem Maße vermehrt hatten, wie man nach den aufgewendeten Mühen und Kosten glauben sollte. Dagegen war die Kriegsbereitschaft und die Kriegsfertigkeit des Personals ganz bedeutend gefördert. Die ca. 40 Offiziere und 1500 Mann, welche man 1849 dem Feind ent-

gegenstellen konnte, brachten kaum mehr als den besten Willen mit, und wären überdies zum größeren Theil zu einer Verwendung auf seegehenden Schiffen gänzlich ungeeignet gewesen. Heute verfügte man über ein ausreichendes und durchgebildetes Offizierkorps, das eine im Kriegsdienst erfahrene und erprobte Mannschaft befehligte.

Ohne ein solches Personal nützt das beste Material zu Nichts. Es war deshalb durchaus der richtige Weg, den die Marineleitung einschlug, wenn sie zunächst für ein kriegsbereites Offizierkorps und ein entsprechendes Unterpersonal sorgte, und erst in zweiter Linie an die Bereitstellung von gefechtsfähigem Material ging. Die erstere Aufgabe erforderte eine unverhältnißmäßig hohe Zahl von Schulschiffen, und daß für die damalige Zeit das Segelschiff noch die beste Schule war, soll nicht bestritten werden. Die Thatsache, daß Preußen mit Ablauf des Jahres 1863 trotz der Erfahrungen des Krieges von 1848—50 und trotz aller Bemühungen des verflossenen Zeitraumes, noch keine Flotte besaß, die es mit irgend einem der älteren Seestaaten hätte aufnehmen können, darf deshalb nicht der Marineleitung zum Vorwurf gemacht werden, sondern beweist nur, daß zur Gründung einer Flotte nicht allein Arbeit und Geld gehören, sondern auch Zeit — viel Zeit!

* *
*

Dritter Abschnitt.[1])

1864—1867.

Der Riß, welcher seit 1862 zwischen dem preußischen Abgeordnetenhause und der Regierung klaffte, begann seinen unheilvollen Einfluß auch auf die Entwicklung der Marine auszudehnen. Seit dem ersten Tage ihres Entstehens hatte die Flotte sich wärmster Sympathieen Seitens der freisinnigen und fortschrittlichen Männer Deutschlands erfreuen dürfen; jetzt warf die Opposition des Landtages dieses Schooßkind im Kampfe gegen die ihr verhaßte Regierung über Bord. So groß war die Wirkung des Konfliktes indeß noch nicht ge-

[1]) Einschlägige und theilweise benutzte Literatur: L. Stacke. Deutsche Geschichte. Bielefeld und Leipzig 1881. E. Duntzfeld. Bericht über die Wirksamkeit Rolf Krake's. Berlin 1865. R. Werner. Das Buch von der norddeutschen Flotte. Bielefeld und Leipzig 1869. Nauticus. Neue Beiträge zur Flottenfrage. Berlin 1898. A. von Cronsaz. Kurze Geschichte der deutschen Kriegsmarine. Berlin und Wriezen a. O. 1873. A. Tesdorpf. Geschichte der Kaiserlich deutschen Kriegsmarine. Kiel und Leipzig 1889. A. Heye. Die Marineinfanterie. Berlin 1891. Georg Wislicenus. Deutschlands Seemacht sonst und jetzt. Leipzig 1896. Derselbe. Bilder aus der deutschen Seekriegsgeschichte. München 1899.

worden, daß die Friedensstärke der preußischen Flotte zu Beginn des dänischen Krieges bereits wesentlich durch sie beeinflußt gewesen wäre.

Um das Mißverhältniß der Seestreitkräfte beider Kriegführenden zu beleuchten, muß das Bild, welches am Schlusse des vorigen Abschnittes von dem Gefechtswerth der preußischen Flotte entworfen wurde, durch die Gegenüberstellung der dänischen Kampfmittel vervollständigt werden. Dänemark besaß 31 Dampfer, unter denen sich 1 Linienschiff, 5 Fregatten, 3 Korvetten und 4 gepanzerte Fahrzeuge befanden, und wenn diese auch nicht alle zur Theilnahme am Kampfe verfügbar waren, so traf dasselbe auch für die Schiffe der preußischen Flotte zu. Die dänische Uebermacht war eine erdrückende. Es darf indeß nicht unerwähnt bleiben, daß die preußischen Schiffe theilweise schon mit gezogenen Geschützen armirt waren, und dadurch den nur mit glatten Geschützen ausgerüsteten dänischen Schiffen gegenüber eine beträchtliche artilleristische Ueberlegenheit besaßen, die sogar entscheidend werden konnte, wenn sich zu ihr die höhere Geschwindigkeit gesellte. Dänemark hatte außerdem auch mit der Oesterreichischen Flotte zu rechnen und dieser letztere Faktor konnte unter Umständen schwer in die Wagschale fallen, wenn der Krieg sich in die Länge zog.

Als am 1. Oktober des Jahres 1863 der deutsche Bund die Exekution gegen Dänemark beschloß und zunächst Sachsen und Hannover mit der Durchführung betraute, begann Preußen bereits sich auf den Krieg vorzubereiten. Die Korvette „Arkona", unter Kapitän z. S. Jachmann und „Nymphe", unter Kapitän-Leutnant Werner, sowie der Aviso „Loreley", erhielten den Befehl von Danzig nach Swinemünde zu gehen. Ebendahin wurde das aus den Segelschiffen „Niobe", „Musquito" und „Rover" bestehende Schulgeschwader aus der Nordsee beordert. Man zog Swinemünde Danzig vor, weil es durch die Peene mit den Rügenschen Gewässern, dem günstigsten Operationsgebiet der Kanonenboote, in Verbindung stand, und weil es dem Kriegsschauplatz der Heere näher lag. Von hier hoffte man unter günstigen Verhältnissen bis zur schleswig-holsteinischen Küste vorstoßen und unmittelbar in die Landoperationen eingreifen zu können.

Im Mittelmeer befanden sich der Aviso „Preußischer Adler" und die Dampfkanonenboote „Blitz" und „Basilisk", in Ostasien „Gazelle". Letztere wurde zurückgerufen, traf aber erst nach Schluß des Krieges in der Heimath ein. Das Mittelmeergeschwader wurde in die Nordsee gesandt. Die Ostsee hätte es nicht mehr erreichen können.

Am 8. December wurde die Mobilmachung der Marine befohlen. Der Prinz-Admiral bezeichnete als Aufgabe der Flotte in dem zu erwartenden Kriege die Deckung der Flanken der Armee, die Erschwerung der feindlichen Blokade und die Verhütung feindlicher Brandschatzungen und sonstiger Unternehmungen gegen die Küste. Eine weitergehende Offensive war in Ansehung der geringen Kräfte ausgeschlossen, und schon die gestellten Aufgaben steckten der Flotte ein hohes Ziel.

Da der Feldzug erst in der zweiten Hälfte des Januar 1864 begann und zu dieser Zeit das Eis Freund wie Feind lahm legte, wurden die Operationen zur See erst mit dem nahenden Frühling eröffnet. Am 10. März kündigte Dänemark die Blockade der vorpommerschen Häfen an, beschränkte sich jedoch darauf, ein Geschwader bei Rügen zur Bewachung der Häfen kreuzen zu lassen, weil die Zahl der verfügbaren Schiffe zur Durchführung einer engeren Blockade nicht ausreichte. So erschien der Feind zunächst nicht vor Swinemünde, und deshalb beschloß Kpt. z. S. Jachmann ihn aufzusuchen. Nachdem am 16. März durch eine Rekognoscirung festgestellt worden war, daß ein dänisches Geschwader bei Arkona[2]) kreuzte, ging man dem Feinde am 17. kühn zu Leibe. Preußischerseits verfügte man über die Korvetten „Arkona“ und „Nymphe“, den Aviso „Loreley“ und die I. Division der Kanonenbootsflotille, welch' letztere indeß wegen mangelnder Geschwindigkeit und in Folge eines Mißverständnisses nicht Gelegenheit fand, in den Kampf einzugreifen.

Die dänischen Schiffe, und zwar das Linienschiff „Skjold“, die Fregatten „Själland“ und „Tordenskjold“, sowie die Korvetten „Heimdall“ und „Thor“ wurden bald nach Mittag unweit Stubbenkammer[3]) gesichtet. Trotz der mehrfachen Ueberlegenheit des Feindes ging der preußische Geschwaderchef zum Angriff vor, wobei er auf die größere Geschwindigkeit seiner Schiffe baute. In Dwarslinie[4]) dampften die preußischen Schiffe heran und eröffneten das Feuer auf 2000 m. Die Dänen kamen in Kiellinie, das Flaggschiff Själland an der Spitze, entgegen. Die Abstände der Dänen von einander waren so groß, daß zunächst nur „Själland“ und „Skjold“ sich am Gefecht betheiligen konnten. Als die beiderseitigen Führerschiffe sich auf ca. 1500 m genähert hatten, schwenkten die beiden Linien nach Osten ab und feuerten ihre Breitseiten. Die preußischen Schiffe zogen sich vor „Själland“ vorbei und wendeten nach Süden, womit ein Rückzugsgefecht begann. Bei diesem gelang es dem preußischen Feuer, das schnellste und deshalb gefährlichste, feindliche Schiff „Själland“, Dank seiner nicht sehr glücklich gewählten Manöver, so weit im Schach zu halten, daß weder „Nymphe“ noch „Loreley“, auf die es der Feind abgesehen zu haben schien, abgedrängt wurden. Mit Dunkelwerden gaben die Dänen die Verfolgung auf. „Arkona“ und „Nymphe“ liefen nach Swinemünde ein, „Loreley“ ging in den Greifswalder Bodden.[5]) Auf preußischer Seite betrugen die Verluste 5 Todte und 8 Verwundete, auf der anderen 3 Todte und 19 Verwundete.

Der Erfolg war auf preußischer Seite ein moralischer, weil

[2]) Das nordöstliche Vorgebirge Rügens.

[3]) Das östliche Vorgebirge Rügens.

[4]) Dwarslinie nennt man die Formation eines Geschwaders, in welcher alle Schiffe in einer Linie nebeneinander fahren. Kiellinie heißt die Ordnung, wenn alle Schiffe in einer Kolonne hintereinander fahren.

[5]) Weite Bucht mit schmalen Zugängen zwischen Rügen und dem Festlande.

Kpt. z. S. Jachmann es überhaupt gewagt hatte, eine solche Uebermacht anzugreifen, und ein thatsächlicher insofern, als die dänische Gefechtsleitung ohne Zweifel unterlegen war. Für die preußische Marine ist der 17. März 1864 ein Ehrentag und als solchen betrachtete ihn das gesammte Vaterland. Der Kommandant der „Arkona" wurde schon am 18. März zum Kontreadmiral befördert.

Leider führte die allgemeine Anerkennung dieser Leistung der Flotte, im großen Publikum zu einer Ueberschätzung ihrer Kräfte. Man erwartete Unmögliches von ihr und als diese überspannten Hoffnungen sich nicht erfüllten, weil sie sich niemals erfüllen konnten, war man enttäuscht und ließ es die Marine entgelten. —

Die dänische Armee hatte sich in der Halbinsel Sundewitt, die zwischen der Apenrader- und Flensburger Föhrde gelegen ist, festgesetzt und bei dem Dorfe Düppel verschanzt. Sie stützte sich dabei im Rücken auf die Insel Alsen, welche nur durch einen flußartigen Meeresarm vom Festlande getrennt ist. Konnte man preußischerseits nach Alsen übersetzen, so wurde die Erstürmung der Düppeler Schanzen überflüssig und man ersparte Zeit und Blut. Ein solcher Uebergang hatte die beste Aussicht auf Erfolg in dem nördlichen, breiteren Theil des Alsensundes, weil der Feind ihn dort voraussichtlich nicht erwartete. Von besonderem Werth konnte aber dort gerade die Mitwirkung der Flotte werden. Zu diesem Zwecke wurde deshalb eine Flotille von 27, theils ermietheten Dampfern, unter dem Befehle des Prinz-Admirals bei Stralsund vereinigt mit der Bestimmung, am 31. März in See zu gehen und am 2. April den Uebergang der Armee bei Ballegaard zu unterstützen. Alle sorgfältig getroffenen Vorbereitungen machte indeß ein mehrtägiger Weststurm, der die Flotille am Auslaufen und die Truppen am Uebersetzen verhinderte, zu Nichte. Da die Dänen zu gleicher Zeit ihre Seestreitkräfte im westlichen Theil der Ostsee vermehrten, mußte man den Plan, der allerdings ohne im Besitz der Seeherrschaft zu sein, ein großes Wagniß war, aufgeben. Die Flotte hätte hier Gelegenheit gehabt, sich an einer entscheidenden Unternehmung zu betheiligen. Der Verzicht darauf wird ihr bei den geringen Aussichten, welche der Krieg ihr sonst bot, doppelt schwer geworden sein.

Von Swinemünde aus wurden mehrfach Rekognoscirungen nach Nord und Ost unternommen, während man von Stralsund aus versuchte, die Kanonenboote nach den schleswig-holsteinischen Gewässern durchzubringen. Die Wachsamkeit der Dänen verhinderte dieses aber.

Die Yacht „Grille" konnte wiederholt beweisen, wie groß die Ueberlegenheit eines an sich schwachen Schiffes ist, wenn seine Geschwindigkeit ihm gestattet, sich außerhalb Schußweite der feindlichen Kanonen zu halten und seine eigenen, weittragenden Geschütze dennoch den Feind erreichen. Am 14. April griff die königliche Yacht bei Jasmund die dänischen Schiffe „Skjold" und „Själland" an, und versetzte dem Gegner einige Treffer, während sie selbst von den feindlichen Geschossen nicht erreicht wurde. Am 24. April griff der Prinz-Admiral mit der

„Grille“ die nördlich von Rügen kreuzende Korvette „Tordenskjold“ an, um sie an die unter Land befindlichen Kanonenboote heran zu locken. „Tordenskjold“ hielt es aber für besser, vor der winzigen „Grille“ zu fliehen und wurde mehrere Meilen weit von ihr verfolgt.

Die Korvette „Vineta“ befand sich in Danzig in der Ausrüstung und wurde von der dänischen Fregatte „Jylland“ und später vom „Skjold“ blockirt. Sie fand Gelegenheit, mit diesem Schiff einige Schüsse zu wechseln und späterhin nach Swinemünde durchzubrechen.

Oesterreich entsandte im April den Linienschiffskapitän v. Tegetthoff mit den Fregatten „Schwarzenberg“ und „Radetzky“, sowie dem Kanonenboot „Seehund“ in die Nordsee, und diesem Geschwader schloß sich in den ersten Tagen des Mai das preußische, bereits oben erwähnte Mittelmeergeschwader: „Preußischer Adler“, „Blitz“ und „Basilisk“, unter dem Korvettenkapitän Klatt, an. Die nächste Aufgabe war die Aufhebung des dänischen Blockade-Geschwaders, das aus den Fregatten „Jylland“, „Niels-Juel“ und der Korvette „Heimdall“ bestand. Nachdem man am 7. Mai mehrere Stunden irrthümlich auf eine englische Fregatte Jagd gemacht hatte, weil diese sich nicht rechtzeitig zu erkennen gab, sichtete man am 9. Morgens das dänische Geschwader bei Helgoland. Beide Geschwader dampften sofort in Kiellienie auf einander zu. Das österreichische Flaggschiff eröffnete das Feuer. Die Linien gaben beim Passiren das Feuer ihrer Breitseiten ab und schwenkten abermals auf einander zu. Kpt. v. Tegetthoff manöverirte so geschickt, daß er bald in eine sehr günstige Position kam. Leider gerieth die Takelage seines Flaggschiffs durch ein feindliches Geschoß in Brand. Die herrschende Windrichtung zwang ihn sein Manöver aufzugeben und in der Richtung auf Helgoland abzuhalten, damit das Feuer sich nicht weiter ausbreite. Der bereits gewonnene Vortheil ging so verloren, und das Gefecht wurde bald von beiden Seiten abgebrochen, ohne daß einer der Kämpfenden Sieger geblieben wäre. Die Dänen räumten insofern das Feld, als sie sich in die Ostsee begaben, wo sie die bereits vorhandene Uebermacht über die preußische Flotte noch vergrößerten. Der Einfluß der drei kleinen preußischen Fahrzeuge auf den Ausgang des Gefechtes bei Helgoland hätte auch bei günstigerem Verlauf desselben nur ein geringer bleiben können.

Eine Gelegenheit zu entscheidendem Eingreifen bot sich ihnen indeß bald in dem flachen Wattenmeere der friesischen Küste. Hier hatte sich der dänische Kapitän-Leutnant Hammer mit einer Flotille kleiner Fahrzeuge festgesetzt und sogar während des Waffenstillstandes feindliche Handlungen ungestraft ausführen können. Sobald die Waffenruhe zu Ende ging, nahmen die Verbündeten die Vernichtung dieser kühnen, dänischen Flottille zum Ziel. Am 11. Juli begann man die Auswege aus dem Inselmeer durch die großen, österreichischen Schiffe, deren Zahl inzwischen gewachsen war, zu versperren; die kleineren österreichischen und preußischen Fahrzeuge drangen in die engen und viel verzweigten Fahrwasser ein, und trieben den Feind vor sich her. Unter dem Schutz der Flotte setzten österreichische Truppen

vom Festlande nach den Inseln über, und beraubten so den dänischen Flottillenführer seiner Stützpunkte. In 8 Tagen endete das Kesseltreiben mit der Kapitulation Hammers, der sich dem Kommandanten des „Blitz", Kptlt. Mac-Lean, ergab.

Damit schloß die Thätigkeit der preußischen Flotte in diesem Kriege ab und nur der Vollständigkeit halber ist noch eines einstündigen, ergebnißlosen Gefechtes zu gedenken, das am 2. Juli in der Ostsee nördlich von Hiddensee[6]) zwischen der 3. Division der Kanonenbootsflottille und den dänischen Schiffen „Tordenskjold" und „Hekla" stattfand.

Auf den Ausgang des Krieges hatte die Flotte zwar keinen Einfluß gewinnen können, theils wegen ihrer zahlenmäßigen Unterlegenheit, theils wegen der Ungunst des Zufalles, eine wirksame Blockade der preußischen Küste hatte sie aber verhindert und jede Gelegenheit benutzt, um zu zeigen, daß es ihr weder an der Fähigkeit noch an dem Willen fehle ihren Mann zu stehen, sondern nur an den nöthigen Mitteln. —

Das Jahr 1864 führte der Marine mehrere neue Schiffe zu, von denen die Fregatte „Vineta" bereits erwähnt ist. In England wurde das Panzerfahrzeug „Arminius", ein Monitor, gebaut. Sein Baupreis, der etwas über eine halbe Million Thaler betrug, wurde fast ganz aus freiwilligen Beiträgen, die seit dem Jahre 1861 der Marineverwaltung zugeflossen waren, bestritten. In Frankreich kaufte man das Panzerfahrzeug „Prinz Adalbert" und die Korvetten „Augusta" und „Viktoria" an, und in Danzig wurde die Korvette „Medusa" fertig. Leider hatten alle diese Fahrzeuge am Kriege nicht mehr Theil nehmen können.

Am 5. April 1865 trat die Regierung mit einem Plan zur Erweiterung der Kriegsmarine an den Landtag heran. Die Denkschrift führte aus,[7]) daß Preußen in die Reihe der Seemächte eintreten müsse, um erstens den Seehandel Preußens und Deutschlands zu schützen, die Küsten der Ost- und Nordsee zu vertheidigen, und zweitens, um für alle Zukunft seinen europäischen Einfluß auch solchen Ländern gegenüber zu wahren, die nur zur See erreichbar sind. Zur Zeit sei Preußen nicht in der Lage eine Marine zu schaffen, welche die vorerwähnten Aufgaben einer Seemacht ersten Ranges gegenüber durchzuführen im Stande sei, der gegenwärtige Plan fasse daher nur die Gründung einer Marine in's Auge, die diese Aufgaben Seemächten zweiten und dritten Ranges gegenüber erfüllen könne. Um diesen die Spitze zu bieten, müsse die preußische Marine eine Achtung fordernde Stellung unter den Seemächten 2. Ranges einnehmen.

Das Schiffsmaterial müsse sich zusammensetzen aus solchen Schiffen, die geeignet seinen, den Feind auf hoher See zu bekämpfen, dazu seien Panzerfregatten erforderlich; aus solchen Fahrzeugen, die

[6]) Der westliche Theil Rügens, der eine besondere Insel bildet.

[7]) v. Cronsaz.

zur Vertheidigung der eigenen Küsten und Häfen und zur unterstützenden Operation gegen feindliche Küstenbefestigungen verwendbar seien, dazu bedürfe man kleinerer gepanzerter Schiffe; und schließlich aus Schiffen zum Schutze des Handels auf offener See, wozu man zur Zeit noch hölzerne Fregatten und Korvetten gebrauche. Dem Allen seien noch Avisos zur Kommunikation und zum Depeschendienst und Transportschiffe für die Ueberführung von Kriegsmitteln beizufügen.

Die Schlachtflotte müsse aus 10 Panzerfregatten von größtmöglicher Schlachtstärke, Seefähigkeit, Geschwindigkeit und Manövrirfähigkeit unter Berücksichtigung der Tiefenverhältnisse der in Betracht kommenden Häfen bestehen. Zur wirksamen Vertheidigung der Küsten bedürfe man eines offensiven Elementes, und man würde sich deshalb am vortheilhaftesten flachgehender, und dennoch schwerbewaffneter, Panzerfahrzeuge des Kuppel- oder Thurmsystems bedienen Auch die Zahl dieser sei auf 10 zu bemessen. Zum Schutz des überseeischen Handels brauche man 8 Schraubenkorvetten zu je 28 Geschützen und 8 Glattdeckskorvetten zu je 14—17 Geschützen. Außerdem seien 6 Avisos und mindestens 4 Transportschiffe erforderlich, sowie eine Zahl von Uebungs- und Schulschiffen, für welche Zwecke sich Segelschiffe am besten eigneten.

Für die Bemessung des Zeitraumes in dem eine solche Flotte fertig gestellt werden könne, sei die Einrichtung eines Kriegshafens, die Beschaffung des Flottenmaterials und die Heranbildung des entsprechenden Personals maßgebend. Diese Bedingungen erforderten ungefähr 12 Jahre.

Die Beschaffungs-Kosten dieser Flotte würden sich auf 34½ Millionen Thaler belaufen, die jährlichen Unterhaltungskosten ungefähr 5 Millionen Thaler betragen.

Dieser maßvolle und klare Flottengründungsplan fand im Abgeordnetenhause unter den damals obwaltenden Umständen keine Unterstützung, und der für das laufende Finanzjahr von der Regierung entworfene Marinehaushalt erfuhr unter dem Einflusse der Opposition derartige Abänderungen, daß Herrenhaus und Regierung den so veränderten Etat ihrerseits ablehnten. Der Landtag wurde geschlossen und ein Marinehaushalt durch Allerhöchsten Erlaß festgesetzt.

In der Gasteiner Konvention vom 14. August 1865, in welcher sich Preußen und Oesterreich über den Besitz Schleswig-Holsteins auseinandersetzten, wurde ersterem neben Schleswig der für seine Flotte und seine maritime Zukunft so überaus wichtige Hafen von Kiel zugesprochen, den Preußen bereits am 24. März desselben Jahres an Stelle Danzigs zu seinem Kriegshafen gemacht hatte.

Der Werth dieses Hafens ergab sich sowohl aus seiner geographischen Lage, die durch den damals ernstlich geplanten Nordostseekanal noch vortheilhafter werden sollte, als auch aus der hervorragend günstigen, örtlichen Beschaffenheit, die ein tiefes, breites und doch geschütztes Fahrwasser ohne gefährliche Untiefen bietet und die Anlage von Vertheidigungswerken begünstigt.

Sämmtliche größeren Schiffe, das Marinestationskommando der Ostsee, die Flottenstammdivision, der größere Theil des Seebataillons und der Seeartillerie siedelten von Danzig nach Kiel über. Zur Ausrüstung der Schiffe wurde daselbst ein provisorisches Marinedepot gegründet.

Mit der Gewinnung dieses Stützpunktes hatte die preußische Marine einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan und sie verdankte ihn der Umsicht und Entschlossenheit der Regierung.

Unwillkürlich wenden sich hier die Blicke des Lesers nach dem preußischen Nordseehafen, der an der Jade entstehen sollte. 1853 hatte man bereits das erforderliche Gebiet von Oldenburg erworben, und doch ist seiner im Fluge der Ereignisse bisher nicht Erwähnung gethan. Hatte man ihn aufgegeben? — Keineswegs! Die örtlichen Verhältnisse boten aber so viele Schwierigkeiten, daß Millionen Thaler und mehr als ein Jahrzehnt zu ihrer Ueberwindung nöthig waren. Bevor man mit dem Bau beginnen konnte war es erforderlich, durch sorgfältige Vermessungen und Beobachtungen die Veränderungen festzulegen, denen das ca. 25 sm. lange Fahrwasser durch die Einwirkung von Strom und Seegang auf die ungeheuren Schlamm- und Sandmassen der Watten unterworfen war. So wurde durch mehrjährige Arbeit gefunden, daß die tiefe Rinne des Fahrwassers zwar fortgesetzt ihren Verlauf ändere, eine Versandung aber nicht zu befürchten und der günstigste Platz für einen Hafen thatsächlich der bei Heppens erworbene sei. Man konnte daher 1858 den ersten Spatenstich thun. Schon beim Beginn der Tief- und Wasserbauten zeigte sich, welchen Kampf es kosten würde in dem aus Moor und Schlammland bestehenden Boden unter dem Ungestüm der Elemente, Grundpfeiler zu senken und Ufermauern zu errichten, die Sturm und Wellen Trotz bieten, und der Flotte einen sicheren Hafen gewähren konnten. Die Arbeiten von Wochen und Monaten zerstörte wiederholt eine einzige Hochfluth und man sah in wenigen Stunden das mühsame Werk so vieler Hände und Tage zu Grunde gehen. Ein wesentliches Hemmniß für einen rascheren Fortgang des Baues bildete auch die schlechte Verbindung mit dem Binnenlande. Die projectirte Eisenbahn konnte nicht gebaut werden, weil Hannover mit seinem Gebiet zwischen Preußen und Oldenburg lag und es für gut hielt, den Bahnbau in seinem Machtbereich zu verweigern. Es blieb daher nur übrig die nöthigen Materialien auf dem Wasserwege herbeizuschaffen, was einen beträchtlichen Zeitverlust bedeutete.

Trotz aller Hindernisse war der Bau des Hafens 1865 so weit fortgeschritten, daß man seinen ferneren Verlauf mit Sicherheit übersehen konnte, und sich veranlaßt sah mit Oldenburg einen neuen Vertrag abzuschließen. Durch diesen erklärte Letzteres sich zu weiteren Zugeständnissen bereit. Das Gebiet des Kriegshafens wurde vergrößert, man gestattete Preußen auf oldenburgischem Gebiet zur Vertheidigung seines Hafens nach der Landseite vorgeschobene Werke anzulegen, in denen Oldenburg auf die Ausübung seiner Hoheitsrechte verzichtete:

Schieß- und Exercierplätze sollte Preußen auch auf oldenburgischem Gebiet erwerben dürfen, und man traf eingehende Abmachungen über den Eisenbahnbau, der dem neuen Hafen endlich die erforderliche, rückwärtige Verbindung bringen sollte.

Einen Nordseehafen hatte Preußen zu dieser Zeit trotz aller Anstrengungen also immer noch nicht.

Aus dem Gebiete der Organisation ist eine Kabinetsordre vom 30. Oktober 1865 zu erwähnen, durch welche das dienstliche und außerdienstliche Verhältniß des Landheeres und der Marine zu einander geregelt wird. Landheer nud Marine bilden zusammen die bewaffnete Macht; beide Theile sind unabhängig von einander und gleichgeordnet. Als Grundsatz ist der Verordnung zu entnehmen, daß bei gemeinsamen Unternehmungen am Lande dem ältesten Offizier des Landheeres, auf dem Wasser dem ältesten Seeoffizier, die Leitung zusteht. Das Jahr 1866 brachte die Gründung einer Marineschule zu Kiel an Stelle des bisherigen Seekadetteninstituts in Berlin. In ihren Einrichtungen lehnte sich diese Marine-Fachschule, soweit wie möglich, an die preußischen Kriegsschulen an. Im Juni desselben Jahres wurde die Werftdivision als selbstständiger Marinetheil dem Stationskommando direkt untergeordnet, und gegen Ende des Jahres traten neue Bestimmungen für den freiwilligen Eintritt in die Schiffsjungenabtheilung in Kraft. —

Als im Mai 1866 der kriegerische Zusammenstoß zwischen Preußen und Oestreich unmittelbar bevorstand, wurde auch die preußische Marine mobil gemacht. Es mag hier beiläufig erwähnt werden, daß Kiel das gewiß seltene Schauspiel erlebte in seinen Mauern Streiter beider Parteien sich zum Kampfe rüsten zu sehen; auf der einen Seite das Seebataillon der preußischen Marine, auf der anderen das 22. österreichische Jägerbataillon, das bisher noch in Kiel garnisonirt hatte. Bevor es indeß zu Feindseligkeiten kam, rückten die Oesterreicher ab.

Ein Vergleich der preußischen Seestreitkräfte mit denen des Jahres 1863 zeigt einen Zuwachs an Dampfschiffen um:

2 Panzerfahrzeuge: „Arminius“ und „Prinz Adalbert“.
1 gedeckte Korvette: „Hertha“.
3 Glattdeckkorvetten: „Medusa“, „Augusta“ und „Viktoria“.
4 Kanonenboote I. Klasse.

Die Vermehrung des Personals betrug 76 Offiziere und ca. 300 Mann. Im Verhältniß zu ihrer Stärke war diese Vermehrung des Personals und Materials eine beträchtliche; der österreichischen Marine war die preußische aber nicht annähernd gewachsen. Es bedarf nur des Hinweises, daß Oesterreich den 5 gedeckten Korvetten Preußens, 1 Linienschiff, 12 Fregatten und 2 Korvetten, den beiden preußischen Panzerfahrzeugen aber 7 Panzerfregatten entgegenstellen konnte.

Wenn unter solchen Umständen der preußischen Flotte auch dieses Mal wieder eine thatkräftige Offensive, wie sie im Wesen einer

Flotte liegt, versagt war, so hatte sie Dank der politischen Meisterschaft Bismarcks auch keine Angriffe von Seiten der Oesterreicher zu erwarten. Angesichts der an Zahl überlegenen, italienischen Flotte konnte die österreichische Marine nicht daran denken, namhafte Streitkräfte in die Nord- und Ostsee zu detachiren, wenn diese auch zweifellos in Frankreich, England und Dänemark die für eine Kriegführung fern von der eigenen Küste erforderliche Unterstützung gefunden hätten.

Immerhin hatte die preußische Marine Gelegenheit sich nützlich zu machen. Als der General v. Manteuffel am 15. und 16. Juni mit seinem Corps von Hamburg nach Harburg über die Elbe ging, leitete und förderte eine kleine preußische Flotille, welche aus „Arminius“ und den Kanonenbooten „Tiger“ und „Cyklop“ bestand, unter dem Befehl des Korvetten-Kapitäns Werner, den seemännischen Theil dieses Unternehmens.

Am Abend des 16. Juni dampfte die Flotille alsdann stromab, um die bei Brunshausen befindliche hannoversche Uferbatterie zu erkunden, da die Heeresleitung beabsichtigte die Hannoveraner aus dem an der Unterelbe belegenen Stade zu vertreiben, bevor man den Marsch auf die Hauptstadt Hannover fortsetzte. Gegen Unternehmungen von der Elbe aus war Stade durch jene mit 8 schweren Geschützen armirte Batterie gedeckt. Man näherte sich im Schutze der Nacht Brunshausen mit Booten, landete unentdeckt und überrumpelte das hannoversche Werk so vollständig, daß die Geschütze vernagelt, die Zollkasse in Brunshausen und der hannoversche Zollkutter mitgenommen werden konnten, bevor Militär aus Stade erschien. Dieser Handstreich wurde von 50 Matrosen unter Kpt. Werner ausgeführt.

Die Wegnahme von Stade wurde für die nächste Nacht in Aussicht genommen. In der Festung befanden sich 500 Mann Besatzung, sowie mehrere Batterieen Feldartillerie. Zur Ausführung des Vorhabens schiffte sich ein Bataillon Infanterie auf der „Loreley“, dem „Cyklop“ und einem gemietheten Dampfer ein. Man landete nach 12 Uhr Nachts bei Twilenfleeth, formirte 2 Kolonnen und marschirte gegen Stade. Die Spitze jeder Kolonne bildeten 15 Matrosen, denen auf Bitte des Flottillenchefs der Auftrag geworden war, die Festungsthore zu sprengen. Man gelangte ungesehen bis auf einen Kilometer von Stade, wo an der Straße eine Kavalleriepatrouille hielt. Als diese den Feind erkannte, ritt sie eiligst nach Stade zurück. Die Preußen folgten im Sturmlauf, die Matrosen sprengten die Thore und man war in der Festung, noch ehe der Feind sich zur Vertheidigung gesammelt hatte. Durch dieses kühne Unternehmen fiel den Preußen außer der Festung Stade Kriegsmaterial im Werthe von nahezu 5 Millionen Thalern in die Hände.

Während dieses an der Elbe geschah, war „Armenius“ nach der Weser abgedampft, um dort die Küstenwerke von Geestemünde zu nehmen. Es war der Befehl ertheilt unter keinen Umständen neutrales, bremisches Eigenthum zu beschädigen, oder zu zerstören. Da die hannoverschen Werke aber so angelegt waren, daß jeder Fehlschuß

vom Flusse her unbedingt die Stadt Bremerhaven, oder den Hafen derselben, hätte treffen müssen, so entschloß sich Kpt. Werner die Befestigungen von der Landseite anzugreifen. Zu einem Kampf kam es indeß nicht, da die hannoversche Besatzung bereits abgerückt war. Man hißte die preußische Flagge auf den Werken und nahm von dem hannoverschen Eigenthum Besitz. In Geestemünde wurde alsbald ein Marinedepot gegründet, das bis zur Errichtung eines Stationskommandos der Nordsee demjenigen der Ostsee unterstellt wurde.

„Tiger" und „Loreley" wandten sich der Emsmündung zu, um auch hier dem hannoverschen Regiment ein Ende zu machen. Als man sich der äußersten Strandbatterie an der Knocke näherte, fand man sie unbesetzt und vernagelte sie. „Tiger" dampfte nach Emden weiter, mit der Absicht, die Hauptbatterie, wenn möglich, unerwartet zu überfallen. Man fand sie indeß bewacht und zur Vertheidgung bereit. Um unnöthiges Blutvergießen zu vermeiden, schickte der Kommandant des „Tiger", Kapitän-Leutnant Stenzel, einen Parlamentäroffizier unter weißer Flagge an Land, und ließ zur Uebergabe auffordern. Der Parlamentäroffizier Lt. Glomsda v. Buchholz wurde an den Kommandanten von Emden gewiesen und dieser nahm die angebotenen Bedingungen an. Nicht Mangel an Muth, sondern achtungswerthe Selbstbeherrschung bewogen diesen Offizier so zu handeln. Ein Erfolg den preußischen Schiffen gegenüber, zu denen in Kürze noch „Arminius" stoßen sollte, war mit dem gänzlich verwahrlosten Material, das den Vertheidigern zur Verfügung stand, ausgeschlossen, die allgemeine, militärische Lage Hannovers war hoffnungslos und nur der militärischen Ehre willen glaubte er die Stadt Emden nicht dem Elend einer Beschießung aussetzen zu sollen. Die Besatzung der Batterie zog mit kriegerischen Ehren ab, und legte die Waffen nieder. Die Offiziere wurden mit ihren Waffen entlassen, die Mannschaften kehrten entwaffnet in ihre Heimath zurück.

Bis zum Schlusse des Krieges verblieb die Sorge für die Bewachung der gesammten früher hannoverschen Küstenwerke der Marine, an deren geringes Personal dadurch nicht unbeträchtliche Anforderungen gestellt wurden.

Auch während dieses Krieges hatte die Marine, so geringfügig ihre Dienste im Vergleich zu den Leistungen der Armeen auch gewesen waren, allen an sie gestellten Anforderungen in vollstem Maße entsprochen, und hinreichend Grund zu der Annahme geboten, daß sie auch größeren Aufgaben gewachsen gewesen wäre. —

In den ersten Monaten des Jahres 1867 wurde eine Seeartillerieabtheilung zu 3 Kompagnien formirt, von denen eine in Danzig und Stralsund, die beiden anderen in Friedrichsort bei Kiel ihren Standort hatten. Die Seeartillerie diente zur Besetzung der Küstenvertheidigungswerke der Kriegshäfen. In Danzig befand sich nur eine Marinewerft. —

Der Lebenslauf der preußischen Marine ging zu Ende. Als norddeutsche Bundesmarine sollte sie in vollerer Kraft und zu Grö-

zerem berufen, einer verheißungsvollen Zukunft entgegen gehen. In den 20 Jahren ihres Bestehens hatte sie sich zu einem so werthvollem Kern entwickelt, daß der neue Bund allen Grund hatte, Preußen für dieses Opfer auf dem Altar Großdeutschlands Dank und Anerkennung zu zollen. Die preußische Flagge hatte auf allen Meeren, wo sie erschienen, in Ehren bestanden und sich in Kriegs- und Friedenszeiten Achtung zu verschaffen gewußt. Nicht mit wehmüthigen, oder bedauernden Gefühlen wurde sie von den Besatzungen gegrüßt, als sie am 1. Oktober 1867 sich zum letzten Mal für alle Zeiten feierlich von den Masten S. M. Schiffe niedersenkte, um der Flagge des Norddeutschen Bundes, Platz zumachen. Die brausenden Hurrahs, die den neuen Farben „schwarz-weiß-roth" entgegendonnerten, ließen nur stolze Freude über das Erreichte, und muthige Zuversicht für das Kommende erkennen, und fanden sicherlich den kräftigsten Wiederhall in allen deutschen Herzen.

* *

*

Vierter Abschnitt.[1])

1867—1871.

„Die Bundeskriegsmarine ist eine einheitliche, unter preußischem Oberbefehl. Die Organisation und Zusammensetzung derselben liegt Seiner Majestät dem Könige von Preußen ob, welcher die Offiziere und Beamten der Marine ernennt, und für welchen dieselben, nebst den Mannschaften, eidlich in Pflicht zu nehmen sind. Der Kieler Hafen und der Jadehafen sind Bundeskriegshäfen. Der zur Gründung und Erhaltung der Kriegsflotte und der damit zusammenhängenden Anstalten erforderliche Aufwand wird aus der Bundeskasse bestritten."[2])

So hieß es in der Verfassung des Norddeutschen Bundes, vom

[1]) Einschlägige und theilweise benutzte Litteratur: O. Livonius. Die Marine des norddeutschen Bundes usw. Berlin 1869. R. Werner. Das Buch von der norddeutschen Flotte. Bielefeld und Leipzig 1869. B. Graser. Norddeutschlands Seemacht. Leipzig 1870. O. Livonius. Unsere Flotte im deutsch-französischen Kriege. Berlin 1871. A. von Cronsaz. Kurze Geschichte der deutschen Kriegsmarine. Berlin und Wriezen a. O. 1878. A. Tesdorpf. Geschichte der Kaiserlich deutschen Kriegsmarine. Kiel und Leipzig 1889. A. Heye. Die Marine-Infanterie ꝛc. Berlin 1891. Georg Wislicenus. Deutschlands Seemacht sonst und jetzt. Leipzig 1896. Nauticus. Neue Beiträge zur Flottenfrage. Berlin 1898. R. Werner. Bilder aus der deutschen Seekriegsgeschichte. München 1899.

[2]) A. v. Cronsaz.

1. Juli 1867. An die Stelle der preußischen Flagge trat bei der Kriegsmarine die Kriegsflagge des neuen Bundes, die heute diejenige des deutschen Reiches ist.[3]) In ihr verbinden sich die Farben Preußens mit denen der alten Hansa[4]) zu schönster Harmonie. Ihre Zeichen deuten auf die Führerschaft Preußens und erinnern durch das eiserne Kreuz an jene große Zeit, in der sich Deutschland unter dem Drucke des Eroberers zu einigem Handeln ermannte, nachdem es das fremde Joch so lange Jahre getragen. Kein anderes Symbol könnte das deutsche Volk wirkungsvoller mahnen einig zu bleiben und seine Flotte eindringlicher an ihre hohe Aufgabe im Dienste des größeren Vaterlandes erinnern.

Auch die gesammte Kauffahrtei des Norddeutschen Bundes wurde unter der schwarz-weiß-rothen Flage vereinigt.

Wollte man dem neuen Bunde Geltung und Werth nach innen und außen verschaffen und seinen Bau sturm- und wetterfest machen, so durfte man mit den Abmessungen des Gebäudes und den Mitteln dazu nicht kargen. Das war um so nöthiger als man überzeugt war, daß der erste gewaltige Anprall zerstörungsgieriger Kräfte nicht lange auf sich warten lassen werde. Weite Räume mußte der stolze Bau bieten, damit er auch den süddeutschen Stämmen Schutz und Schirm unter seinem Dach bieten könne, wenn erst der Main aufgehört hatte zu trennen, was zusammen gehörte.

So erwuchsen auch der Kriegsmarine, als einem Theil jenes Baues, mit ihrer neuen Würde neue und größere Aufgaben, zu deren Erfüllung man sie durch Aufwendung größerer Mittel befähigt machen mußte und konnte. Es war daher nur folgerichtig, daß der Bundeskanzler dem Reichstage, nach Genehmigung durch den Bundesrath, schon 1868 einen neuen Flottenbauplan vorlegte, der den folgenden Schiffsbestand für erforderlich erachtete und in einem Zeitraum von 10 Jahren beschaffen wollte:

16 größere und kleinere Panzerschiffe,
20 Korvetten,
8 Avisos,
3 Transportschiffe,
22 Dampfkanonenboote,
7 Artillerie-, Kadetten- und Schiffsjungenschulschiffe.

Die bereits vorhandenen Fahrzeuge sollten auf diese Zahl in Anrechnung kommen.[5]) Der Reichstag genehmigte den Plan und be-

[3]) Die weiße Flagge ist durch ein schwarzes Kreuz auf dessen Mitte, in runder Einfassung, der preußische Adler ruht, in vier Felder getheilt. Das innere obere Feld trägt die Farben schwarz-weiß-roth und auf diesen das eiserne Kreuz.

[4]) Die Farben der Hansa waren weiß-roth.

[5]) Es waren vorhanden: 4 Panzerschiffe, 8 Korvetten, 2 Avisos, 22 Dampfkanonenboote, 6 Schulschiffe, 1 Transportschiff. Mithin blieben zu beschaffen: 12 Panzerschiffe, 12 Korvetten, 6 Avisos, 2 Transportschiffe, 1 Schulschiff.

willigte die geforderten Mittel, sodaß alsbald mit der Ausführung begonnen wurde.

Der heimische Schiffbau hatte im Bau von Panzerschiffen noch keine Erfahrung und so konnte man ihm zunächst nur 1 Panzerschiff anvertrauen,[6]) während man mit der Beschaffung der übrigen sich vorläufig noch auf das Ausland angewiesen sah. Die ersten Panzerfregatten „Friedrich Karl" und „Kronprinz" wurden in Frankreich bezw. England gebaut. 1868 kaufte man auf einer englischen Werft die Panzerfregatte „König Wilhelm" an, deren Bau für türkische Rechnung begonnen war, von dieser Regierung aber nicht bezahlt werden konnte. Dieses Schiff war damals eins der größten und schnellsten überhaupt, und für die Zeit seiner Konstruktion eine vorzügliche Leistung. Auf der königlichen Werft zu Danzig wurde 1868 in der Korvette „Elisabeth" ein Meisterwerk seiner Gattung fertig gestellt.

Mit dem äußeren Wachsthum der Marine hielt der innere Ausbau gleichen Schritt, und von der Thätigkeit auf diesem Gebiet zeugt eine Fülle von Verordnungen. Von den wichtigeren seien erwähnt:

Ein Gesetz vom 9. Nov. 1867 betreffend die Verpflichtung zum Kriegsdienst führte unter Anderem aus:[7]) Die bewaffnete Macht besteht aus dem Heere, der Marine und dem Landsturm. Die Marine wird in die Flotte und die Seewehr eingetheilt. Das stehende Heer und die Flotte sind beständig zum Kriegsdienst bereit. Die Seewehr ist zur Unterstützung der Flotte bestimmt. Die Seewehrmannschaften werden, bei eintretender Kriegsgefahr, nach Maßgabe des Bedarfs, zur Flotte einberufen. Der Dienst in der Flotte dauert 7 Jahre, davon 3 Jahre aktiv, 4 Jahre in der Reserve; die Verpflichtung zum Dienst in der Seewehr ist von 5jähriger Dauer." Im Weiteren regelt das Gesetz die Dienstpflicht der einzelnen Kategorien des Ersatzes und giebt die einzelnen Berufsarten an, deren Angehörige zum Dienst in der Marine verpflichtet sind. In seinen Hauptzügen ist dieses Gesetz auch heute noch gültig.

Weitere Verordnungen betrafen die Mannschaften des Beurlaubtenstandes der Marine, die Dienstverhältnisse der Offiziere des Beurlaubtenstandes, Abschaffung der früher bevorzugten Seedienstpflichtigen, Errichtung einer Marine-Hafenbau-Direktion für den Kieler Hafen, Umorganisation der Flottenstammdivision, die fortan aus Abtheilungen bestehen sollte mit Befugnissen von Bataillonen, Abänderung von Beförderungsbedingungen, und dergleichen mehr. Diese Bestimmungen und Verordnungen, von denen hier nur eine kleine Zahl genannt wurde, lassen nicht nur das Wachsthum der Marine und die Festigung ihrer inneren Verhältnisse erkennen, sondern zeigen auch, wie die Marine immer mehr von einem außergewöhnlichen Anhängsel zu einem ergänzenden und festeingefügten Bestandtheil der Wehrkraft des Landes sich entwickelte.

[6]) S. M. S. „Hansa", gebaut von der Kgl. Werft zu Danzig.

[7]) A. v. Cronsaz.

Die erweiterten Aufgaben der Marine drückten sich nach außen hin in einer vermehrten Friedensthätigkeit aus, der manches Bemerkenswerthe und der Aufzeichnung würdige zu entnehmen ist.

S. M. S. „Vineta"[8]) war noch als preußisches Schiff nach Ostasien gegangen und hatte hier durch zahlreiche Kreuzfahrten sich im Dienste der Diplomatie und des Handels nützlich gemacht. Im Oktober 1867 stieß sie bei einer dieser Reisen in der Hiradostraße[9]) durch Verschulden eines japanischen Lootsen mit solcher Gewalt auf einen Felsen, daß man glaubte, das Schiff werde auseinanderbersten. Durch günstige Windverhältnisse gelang es ihm, nach mehreren Stunden mit eigener Kraft los zu kommen, wobei indeß eines der ausgesetzten Boote in Folge des Seegangs verloren ging. Hierbei ertrank die Hälfte der Bootsbesatzung. Als man später das Schiff im Dock[10]) besichtigte, erwies sich die Verletzung des Bodens und seiner Verbände als so schwer, daß nur die vorzügliche Bau-Ausführung aller seiner Theile das Schiff vor dem Untergang bewahrt hatte. Der Königlichen Werft zu Danzig im Besonderen und dem deutschen Schiffbau im Allgemeinen stellte diese Thatsache ein glänzendes Zeugniß aus und schuf ihnen im Auslande einen Namen.

Ein ähnlicher Unfall, der dieses Mal indeß ein französisches Schiff betroffen hatte, gab im December desselben Jahres S. M. S. „Hertha", das im Mittelmeer stationirt war, Gelegenheit, die seemännischen Eigenschaften und die kameradschaftliche Hülfsbereitschaft deutscher Seeleute zu beweisen. Die französische Korvette „Roland" war in der Chios-Straße in losem Felsgeröll derartig aufgelaufen, daß sich das Schiff vorne um 8 Fuß aus dem Wasser gehoben hatte. „Hertha" und „Blitz", die in Smyrna die Nachricht von dem Festkommen des französischen Schiffes erhielten, begaben sich alsbald an die Strandungsstelle, wo man die norwegische Korvette „Nordstern" bereits vorfand. Man begann die „Roland" auszuräumen, um sie zu erleichtern und versuchte dann sie abzuschleppen. Vom 26. bis 29. mühte man sich vergeblich und erst an diesem Tage gelang es den gemeinsamen Anstrengungen von „Hertha" und der inzwischen eingetroffenen französischen Korvette „Catinat" die „Roland" abzubringen. Ein dreimaliges, donnerndes Hurrah der deutschen und französischen Besatzungen begrüßte das endliche Gelingen, das mehrtägige, harte Arbeit gekostet hatte.

Der Norddeutsche Bund, England, Frankreich, Italien und Amerika wollten im August 1869 gemeinsame Forderungen bei der japanischen Regierung durchsetzen. Da diese sich mündlichen und schriftlichen Darlegungen gegenüber ablehnend verhielt, beschlossen die diplomatischen Vertreter der Mächte, den Eindruck ihrer Aus-

[8]) Kpt. z. S. Kuhn.

[9]) Zwischen den japanischen Inseln Kiusiu und Nipon.

[10]) Eine Vorrichtung, um Schiffe trocken zu stellen, behufs Besichtigung oder Reparatur ihrer Unterwassertheile.

flügel abzuschlagen. Reserveflügel waren nur zwei vorhanden und zur Anfertigung neuer Flügel fehlte es an Zeit. So mußte sich das Schiff mit ersteren behelfen, wodurch seine Geschwindigkeit nicht unbeträchtlich herabgesetzt wurde. „Kronprinz“ hatte sich bei einer der ersten Probefahrten eine Beschädigung eines Trunkzapfenlagers zugezogen, wodurch die Maschine bei hoher Leistung zum Warmlaufen neigte. Die Maschine des „König Wilhelm“ zeigte an einem der Dampfcylinder einen Riß, der zur Vorsicht mahnte. „Prinz Adalbert“ war seiner Zeit fertig angekauft worden und nicht mit der Sorgfalt gebaut,[13]) wie sie sonst üblich und nothwendig ist. „Arminus“ endlich konnte, nach seiner Bauart als Monitor, nur bei ruhiger See vollen Gebrauch von seinen Geschützen machen.

Das Zusammentreffen dieser Havarien und Unvollkommenheiten, ist geeignet den Eindruck zu erwecken, als wenn ein Theil davon auf Rechnung der Marineleitung, oder der Bedienung der Schiffe gesetzt werden müsse. Dem ist indeß nicht so. Im Interesse gerechter Beurtheilung ist es erforderlich, den Beweis im Einzelnen zu erbringen.

Jede ältere Marine war nicht nur im Besitz von Schiffen, sondern verfügte auch über das, was zur Unterhaltung dieser an Docks, Werften und Ausrüstungsplätzen durchaus erforderlich ist. Deutschland hatte solche Anlagen zu jener Zeit weder in Kiel noch in Wilhelmshaven. Der letztere Hafen war allerdings im Vorjahre eingeweiht, in die inneren Bassins konnte aber erst im Laufe des Krieges Wasser eingelassen werden. Danzig hatte zwar eine Werft, war für Panzerfregatten aber wegen des zu seichten Fahrwassers nicht zugänglich.

Die schweren Schiffe waren deshalb mit ihren Reparaturen, und sogar mit dem zur regelmäßigen Erneuerung des Bodenanstrichs erforderlichen Docken,[14] auf das Ausland angewiesen. Solche Schäden, wie „König Wilhelm“ und „Kronprinz“ sie zeigten kommen überall gelegentlich vor. Andere Marinen können sie in verhältnißmäßig kurzer Zeit beseitigen, die norddeutsche Marine mußte ihre Schiffe dazu nach England schicken. Ein Unfall wie er „Friedrich Karl“ zustieß, ist eins von den Ereignissen, denen der Seemann nun einmal ausgesetzt ist. Das Fahrwasser, in dem er geschah, ist voll von gefährlichen Untiefen, und war zu jener Zeit noch unvollkommen bezeichnet und von tiefgehenden Fahrzeugen wenig befahren. Trotzdem mußte diese Passage gewählt werden, weil der Sund für „Friedrich

[13]) Bei Armand in Bordeaux. Ursprünglich für die amerikanischen Südstaaten bestimmt.

[14]) An den Boden der Schiffe setzen sich Seethiere und Pflanzen an, wodurch er rauh wird und die Geschwindigkeit des Schiffes abnimmt. Bei eisernen Schiffen leidet dadurch gleichzeitig der Schutzanstrich. Man stellt die Schiffe daher in regelmäßgen Zeitabschnitten im Dock trocken, um den Boden zu reinigen und den Anstrich zu erneuern.

Karl" zu seicht war. „Arminius" und „Prinz Adalbert" hatte man seiner Zeit schleunigst, und mit geringen Mitteln, beschaffen müssen, um überhaupt Schiffe von einigem Gefechtswerth zu erlangen. Von der Sorgfalt, mit der ein Schiff gebaut ist, kann man sich nur während des Baues oder durch längeren Gebrauch überzeugen. Das erstere war bei dem fertig gekauften „Prinz Adalbert" nicht möglich gewesen. Bei einer größeren Marine bei der solche Dinge in demselben Verhältniß zur Gesammtzahl der Schiffe vorkommen, erfährt das große Publikum im Allgemeinen nichts, weil man von so alltäglichen Ereignissen dort kein Aufhebens macht, und weil sie die Kriegsbereitschaft des größeren Organismus nicht in so hohem Maße beeinflussen. Bei dem erfreulichen Interesse aber, welches ganz Norddeutschland an seiner kleinen Marine nahm und dem unverhältnißmäßigen Einfluß, den das zufällige Zusammentreffen dieser ungünstigen Umstände auf die Verwendbarkeit der winzigen Flotte haben mußte, machten sie natürlich ein bedeutendes Aufsehen, und gaben mißgünstigen Stimmen zu ebenso ungerechter, wie unkluger[15]) Kritik Veranlassung.

Wie bereits oben bemerkt, waren die Bundeskriegshäfen bei Ausbruch des Krieges nichts weniger als bereit ihre Eigenschaften als Stützpunkte der Flotte zu bethätigen. Sie bedurften vielmehr ihrerseits der thatkräftigen Unterstützung durch die Flotte, wenn man nicht Gefahr laufen wollte, alles bisher Geschaffene durch den Feind zerstört zu sehen. Die Befestigungen waren erst im Entstehen, Geschütze noch nicht aufgestellt und die Sperrmittel der Fahrwasser unvollkommen und noch nicht erprobt.[16])

Was die deutsche Marine damals besaß, konnte man kaum mit dem Namen einer Flotte belegen, dagegen war der Gegner im Besitz der zweitstärksten aller Flotten, die nur der englischen Armada den Vorrang lassen mußte. Frankreich hatte 55 Panzerschiffe, davon 14 Panzerfregatten und 284 nicht gepanzerte Dampfschiffe, darunter 15 Linienschiffe und 17 Fregatten. Eines Kommentars bedürfen diese Zahlen nicht. Sie kennzeichnen die Aufgaben und Aussichten der deutschen Flotte in diesem Kriege hinreichend!

Es konnte daher nicht überraschen, daß eine Kabinetsordre vom 29. Juli 1870 dem Oberbefehlshaber der Marine, dem Prinzen Adalbert, gestattete, an dem bevorstehenden Feldzuge bei der Armee Theil zu nehmen. Den Befehl über die Seestreitkräfte in der Nordsee erhielt der Vize-Admiral Jachmann. Der Marine hatte der Prinz den

[15]) Die Zeitungen, welche diese Dinge eingehend behandelten, dachten offenbar nicht daran, daß sie dem Feinde durch ihre Besprechung wichtige Informationen ertheilten.

[16]) Zu den Sperrmitteln gehören unter Wasser schwimmende verankerte Gefäße, die mit Sprengstoffen gefüllt sind, sogenannte Seeminen. Wie diese sammt ihren Verankerungen mit Rücksicht auf den starken Fluth- und Ebbestrom der Jade zweckmäßig beschaffen sein mußten, konnte erst durch umfangreiche Versuche festgestellt werden, zu denen noch keine Gelegenheit gewesen war.

größten Theil seiner Lebensarbeit gewidmet, und es wäre gewiß sein heißester Wunsch gewesen, dieses sein Werk eines Tages persönlich zur ernsten Probe und zu verdientem Siege führen zu können; unter den obwaltenden Verhältnissen wären aber die militärischen und seemännischen Fähigkeiten des Prinzen bei der Marine verschwendet gewesen, und die Armee hatte daher bessere Anrechte an seine Kraft. Schweren Herzens mag der Prinz-Admiral gesehen haben, wie seine Flagge auf dem „König Wilhelm" niederging. Die Hoffnung auf eine spätere Zeit mag ihm den Verzicht erleichtert haben.

Wir sind hier dem Gang der Ereignisse etwas voraus geeilt und holen deshalb das Folgende nach.

Anfangs Juli hatte sich das Panzergeschwader, aus den 3 Fregatten und dem Panzerfahrzeug „Prinz Adalbert" bestehend, unter dem Befehl des Prinzen Adalbert in Plymouth befunden. Das Geschwader beabsichtigte von hier nach den Azoren zu gehen, wo die Arkona" sich ihm anschließen sollte, und alsdann im atlantischen Ocean Uebungen abzuhalten. Am 10. Juli verließ der Prinz-Admiral mit dem Geschwader Plymouth, entsandte aber in Anbetracht der drohenden Kriegsgefahr das Panzerfahrzeug nach Dartmouth. Dort sollte es weitere Nachrichten vom deutschen Gesandten in London erwarten. Am 13. überbrachte es dem Geschwaderchef Informationen die ihn veranlaßten, sofort nach Plymouth zurückzukehren und nach kurzem Aufenthalt daselbst nach Wilhelmshaven zu dampfen, wo das Geschwader am 16. Juli eintraf.

Die schwimmenden Streitkräfte der Marine wurden in folgender Weise vertheilt: Das Panzergeschwader sollte die Jade vertheidigen und feindliche Unternehmungen gegen Elbe und Weser verhindern.[17]) „Arminius", Elisabeth" und einige Kanonenboote sollten die Nordseekräfte vervollständigen. Das Linienschiff „Renown" wurde als schwimmende Batterie in der Nähe der in Eile herzurichtenden Befestigungen des Kieler Hafens verankert; „Nymphe" begab sich zur Vertheidigung des Hafens von Neufahrwasser in die Danziger Bucht; „Grille" und eine Kanonenbootsflotille wurden in den Gewässern von Rügen stationirt. Alle übrigen Schiffe und Fahrzeuge brachte man von Kiel nach Swinemünde, da sich die enge Einfahrt dieses Hafens leicht sperren ließ und sie mithin hier sicherer lagen als in Kiel.

[17]) Es befehligten:
Kpt. z. S. Henk die Panzerfregatte „König Wilhelm",
„ „ „ Klatt „ „ „Friedrich Carl",
„ „ „ Werner „ „ „Kronprinz",
Korv.-Kpt. Arendt das Panzerfahrzeug „Prinz Adalbert",
„ „ Livonius „ „ „Arminius"
Kpt. z. S. Hassenstein das Linienschiff „Renown",
Korv.-Kpt. Köhler die gedeckte Korvette „Hertha",
„ „ Struben die Glattdeckskorvette „Medusa",
„ „ Frhr. v. Schleinitz die ged. Korv. „Arkona" (A. v. Cronsaz).

Auf energische Unternehmungen der französischen Flotte war man um so mehr gefaßt, als solche der feindlichen Kriegsleitung bei der zehnfachen Uebermacht zur See gute Aussichten boten. Besonders rechnete man mit einer größeren Landungsunternehmung an der Ostseeküste, die von entscheidender Wirkung werden konnte, wenn es Frankreich gelungen wäre, Dänemark zum Kriege mit fortzureißen. Es blieben daher zunächst das I. und II. Armeekorps und die 17. Infanterie-Division, sowie die 17. Kavalleriebrigade, in mobilem Zustande zum Schutz der Küsten zurück. Die beiden Armeekorps folgten erst dann dem Heere auf den Kriegsschauplatz, als man den Gang der Ereignisse einigermaßen übersehen zu können glaubte. Wie sich später herausgestellt hat, war in der That eine französische Landung von 30 000 Mann geplant und auch an energischen Versuchen, Dänemark zum Kriege zu reizen hat es nicht gefehlt.

Die französische ordre de bataille stellte 3 Divisionen auf. Die erste bestand aus 5 Panzerfregatten, 2 Panzerkorvetten und 1 Yacht, die zweite aus 7 Panzerfregatten; die dritte aus 1 Widderschiff, 10 Avisos und 1 Yacht. Oberbefehlshaber war der Vize-Admiral Graf Bouet-Villaumez, als Unterführer fungirten der Vize-Admiral Fourichon und der Kontre-Admiral Pehouet.

Am 19. Juli wurde der Krieg erklärt und schon am 24. lief das erste französische Geschwader von Brest aus, um zunächst das deutsche Geschwader, das man noch in der Nähe der englischen Küste glaubte, anzufangen. Als man es dort nicht fand, glaubte der Admiral Bouet-Villaumez es in Kiel und begab sich mit der 1. Division in die Ostsee.

An der Nordspitze Jütlands bei Kap Skagen wäre ihm bei etwas größerer Wachsamkeit und Energie der deutsche Monitor „Arminius" wahrscheinlich in die Hände gefallen. Dieser und „Elisabeth" hatten wie erwähnt, den Befehl, die Streitkräfte der Nordsee zu verstärken und sollten noch im letzten Augenblick Gegenbefehl erhalten, weil man inzwischen von dem Anmarsch französischer Schiffe unterrichtet worden war. Der Befehl kam für „Arminius" zu spät und auch „Elisabeth", welche nachgesandt wurde, um „Arminius" zurückzurufen, konnte den Monitor nicht mehr einholen. In der Nähe von Skagen sichtete „Arminius" unerwartet den Feind und wurde auch von diesem erkannt. Das kleine, deutsche Fahrzeug kehrte unverzüglich um, und floh mit höchster Maschinenleistung, bis es den Gegner nicht mehr sah. Dann aber nahm „Arminius" seinen Kurs auf die schwedische Küste zu, dampfte wieder nordwärts, und umging so das feindliche Geschwader in großem Bogen. Er erreichte ungehindert seinen Bestimmungsort, die Unterelbe.

In der deutschen Bucht der Nordsee erschien am 9. August eine französische Flotte von 12 Schiffen unter Vize-Admiral Fourichon bei Helgoland, und erklärte die Blockade der deutschen Nordseeküste, die mit dem 12. August beginnen sollte.

Die deutschen Streitkräfte waren in der Außenjade zusammen-

gezogen und erwarteten dort den Feind. Das Fahrwasser der Außenjade, das rings von Sänden eingeschlossen ist, können tiefgehende Schiffe von See aus nur durch zwei schmale Rinnen erreichen, deren Passage nach Fortnahme der Seezeichen außerordentlich schwierig ist. Das Wasser bildet hier eine weite Fläche, auf welcher sich die gefährlichen Untiefen nur an wenigen Stellen abzeichnen und Landobjecte, nach denen der Schiffer den Ort seines Fahrzeuges bestimmen könnte, fehlen fast gänzlich. Innerhalb der nach der See gelegenen Sände erweitert sich das Fahrwasser derart, daß der Vertheidiger hier Platz hat, mit seinen Schiffen zu manövriren, während ein Angreifer nur in Kiellinie und mit großen Abständen aus den nach außen gelegenen Engen nach diesem weiteren Becken zu debouchiren vermag. Hier war daher die taktisch günstigste Vertheidigungsstellung des Geschwaders, die sich durch Minensperren noch außerordentlich verstärken ließ. Auch strategisch war diese Stellung die vortheilhafteste, da das Geschwader dem Feinde hier den Weg nach der inneren Jade und Wilhelmshaven verlegen, und ihn im Rücken bedrohen konnte, sobald er in die benachbarte Weser, oder die nicht allzu entfernte Elbe einzudringen versuchte, um etwa Bremerhaven, oder Hamburg zu brandschatzen.

Es wäre zwecklose Aufopferung gewesen, wenn das Geschwader, um seinen Muth zu bethätigen, sich dem Feinde in offener See zur Schlacht gestellt hätte. Der Ausgang einer solchen hätte nur dem Feinde Nutzen bringen können. Selbst wenn man den fast unmöglichen Fall annehmen will, daß die deutschen Schiffe einen solchen Kampf überstanden hätten, so wird man zugeben müssen, daß sie zum Wenigsten arg mitgenommen worden wären. Der Feind würde seine Verluste in Kürze durch Nachschub aus der Heimath haben ausgleichen können, während die deutsche Flotte nicht nur keinen Ersatz, sondern nicht einmal die Möglichkeit größerer Reparaturen besaß. Unterlag das deutsche Geschwader in einem solchen ungleichen Kampfe, so waren die Nordseeküsten und Häfen der französischen Flotte schutzlos preisgegeben. Deshalb durfte man sich nicht aus seiner günstigen Position herauslocken lassen.

Am 25. August erhielt Vize-Admiral Jachmann die Mittheilung, daß der französische Admiral den Befehl erhalten habe, die Jade unter Einsetzung aller Kräfte zu forciren und man erwartete mit Sehnsucht den Kampf, in dem man fest entschlossen war, an Tapferkeit und Tüchtigkeit, den Kameraden vom Landheere nicht nach zu stehen. Doch der Feind kam nicht, und das ermüdende Einerlei des täglichen, angespannten Wachdienstes machte sich um so fühlbarer, je mehr die Aussicht auf einen Kampf zu schwinden schien. Wiederholt schickte der französische Admiral einige Schiffe vor die Jade, aber jedes Mal blieben dieselben in respektvoller Entfernung von den deutschen Schiffen und zogen sich sofort zurück, sobald nur eins von diesen ihnen entgegendampfte.

Während so das Kriegstheater der Nordsee kaum eine Ab-

wechslung bot, kam es in der Ostsee doch wenigstens zu kleineren Zusammenstößen.

Am 17. August verließ der Korvetten-Kapitän Graf von Waldersee mit S. M. Y. „Grille" den Ankerplatz der Kanonenbootsflottille zwischen Hiddensee und Rügen, um in der Richtung auf den Sund aufzuklären. In der Nähe von Moen wurde ein französischer Aviso[18]) gesichtet, der aus dem Sunde kam und in der Richtung auf Arkona steuerte. „Grille" lief vor ihm her, ließ ihn alsdann näher kommen und eröffnete das Feuer. Anstatt den Kampf anzunehmen änderte das französische Schiff indeß seinen Kurs nach Westen, und dampfte mit hoher Fahrt auf Gjedser[19]) zu. „Grille" folgte ihm. Etwa nach einer Stunde sah man im Westen den Rauch von 5 Schiffen und erkannte in diesen alsbald ein französisches Geschwader, mit dem der Aviso in Signalverbindung trat. „Grille" stoppte, ließ den Feind bis auf 4 sm herankommen und dampfte alsdann langsam östlich auf Rügen zu. Das Geschwader bestand aus 4 Panzerfregatten[20]) und einer Korvette. Während nun 3 der Panzerfregatten ihren Weg nach NO. fortsetzten, drehten die andern beiden Schiffe nebst dem Aviso auf „Grille" ab und folgten dieser. Der Aviso näherte sich sogar der „Grille", kehrte aber sofort um, als diese anfing auf ihn zu feuern. Gegen 2 Uhr sah der Kommandant der „Grille", nach seinem Bericht, die 3 Kanonenboote[21]) aus dem Wittower Fahrwasser herauskommen, um „Grille" aufzunehmen. Eine halbe Stunde später eröffneten die beiden großen französischen Schiffe das Feuer auf „Grille" in einem Abstande von ca. 4000 m. Die wohlgezielten Schüsse schlugen in unmittelbarer Nähe von „Grille" ein und gingen theilweise über sie hinweg. Die Kanonenboote hatten Dwarslinie formirt und griffen gegen 3 Uhr in das Gefecht ein, das die deutschen Schiffe in die Nähe von Wittow zu ziehen suchten, wo das flache Wasser ihnen im Nothfalle Schutz bot. Der französische Admiral hatte es für gut befunden, seinen ursprünglichen Kurs aufzugeben und sich wieder mit seinen detachirten Schiffen zu vereinigen. Er ließ Kiellinie formiren und lag so mit seinem Geschwader dem deutschen Miniatur-Geschwader, das auf 9 m Wassertiefe gestoppt hatte, gegenüber. Beide Seiten hatten das Feuer eingestellt, bis um 3¾ Uhr die französischen Schiffe auf Signal rechts um machten, unter Volldampf auf die Kanonenboote zu dampften und das Feuer wieder aufnahmen. Jetzt zogen diese sich ebenfalls feuernd auf ihren Ankerplatz im Bodden zurück, da sie keine Aussicht hatten, mit ihren kleinen Geschützen den Panzerfregatten nennenswerthen Schaden zuzufügen. Die französischen Schiffe folgten ohne Zögern bis an die äußerste Grenze, welche ihr Tiefgang ihnen setzte. Man kann aus diesem Verhalten wohl schließen, daß sie mit

[18]) „Hirondelle."

[19]) Südspitze der dänischen Insel Falster.

[20]) Wahrscheinlich „Surveillante", „L'Océan", „Gauloise", „Guyenne".

[21]) Unter Kptlt. Rodenacker.

ortskundigen Lootsen versehen waren. Erst als die Kanonenboote sich außer Schußweite befanden, dampfte das Geschwader nach Norden ab.

Drei der französischen Panzerschiffe und der Aviso liefen am 22. August in die Danziger Bucht ein und gingen mit Dunkelwerden im nördlichen Theil derselben bei Oxhöft zu Anker. Korvettenkapitän Weikhmann, der Kommandant S. M. S. „Nymphe“, das im Hafen von Neufahrwasser lag, beschloß einen nächtlichen Handstreich gegen das Geschwader auszuführen. Er ließ die Sperren aus der Hafeneinfahrt entfernen und lief um 12 Uhr Nachts aus. Da der Mond aufging, näherte er sich dem Feinde möglichst im Dunkel der Küste und kam unbemerkt bis auf 2000 m an das westlichste Schiff heran. Hier ließ er eine concentrirte Breitseite auf dasselbe abgeben, wodurch das französische Geschwader erst alarmirt wurde. „Nymphe“ drehte nunmehr so, daß ihre andere Seite in's Gefecht kam und gab dem Feinde auch von dieser eine Lage. Inzwischen hatte man auch drüben das Feuer aufgenommen und machte sich bereit zur Verfolgung. Kpt. Weikhmann dampfte deshalb dem Hafen wieder zu, wobei er noch eine Strecke von den französischen Schiffen verfolgt wurde. Um 3 Uhr Nachts lief „Nymphe“ in Neufahrwasser wieder ein.

Der französische Höchstkommandirende zog seine Division im westlichen Theil der Ostsee wieder zusammen und benutzte hier die dänische Kiöge-Bucht südlich des Oere-Sundes als Stützpunkt. Von dort aus zeigten sich gelegentlich französische Schiffe an den verschiedensten Stellen der deutschen Küste, so besonders in der Lübecker Bucht; zu einer ernstlichen Unternehmung ihrerseits kam es aber nicht. Der Verlauf des Landkrieges machte sich bereits fühlbar und Dänemark verging die Lust, seine Haut zu Markte zu tragen. Um die Mitte des September erhielt Admiral Bouet-Villaumez den Befehl, die Ostsee zu verlassen und traf in Ausführung desselben am 26. September bei Helgoland ein. Admiral Fourichon war schon 14 Tage früher nach Frankreich zurückgekehrt. Das aus der Ostsee zurückgekehrte Geschwader hielt sich nur einige Tage bei Helgoland auf, es verschwand dann von dort und trieb in der Nordsee Kaperkrieg. Am 12. Oktober wurde es noch einmal bei Helgoland gesehen. In der übrigen Zeit fahndete es auf der Höhe der holländischen Küste auf deutsche Kauffahrer, obgleich Deutschland gleich bei Beginn des Krieges erklärt hatte, seinerseits auf Kaperkrieg verzichten zu wollen.

Die Zufuhren an Waffen, Munition und sonstigem Kriegsbedarf, welche Frankreich fortgesetzt über See erhielt, veranlaßten die deutsche Regierung im Oktober S. M. S. „Augusta“ in Dienst zu stellen und an die französische Küste zu entsenden, um solche Fahrzeuge aufzugreifen, welche Kriegskontrebande führten. Den Befehl über dieses Schiff erhielt der Korvettenkapitän Weikhmann. „Nymphe“, der es an der für den Kreuzerkrieg erforderlichen Geschwindigkeit mangelte, wurde außer Dienst gestellt. Nachdem „Augusta“ Ende December vor dem Kanal und vor Brest in sehr schlechtem Wetter gekreuzt hatte, ohne französische oder amerikanische Dampfer anzu-

treffen, begab sie sich vor die Mündung der Gironde, um den am 3. Januar dort fälligen Postdampfer abzufangen. Am 4. Januar früh lief ihr eine französische, mit Mehl für die 3. Militär-Division befrachtete Brigg und bald darauf in der Gironde selbst eine, gleichfalls mit Getreide für die Truppen beladene, französische Bark in die Hände. Beide Prisen wurden mit je einem Detachement besetzt, und unter Führung der beiden ältesten Seekadetten nach der Jade, bezw. der Ostsee geschickt.

Daß diesen jungen Leuten Besonnenheit in kritischen Lagen nicht fehlte, beweist ein Zwischenfall, welcher die gekaperte Bark im Kanal betraf. Eine französische Korvette sichtete das Schiff, hielt darauf ab und machte Miene, dasselbe durch ein Boot untersuchen zu lassen. Sobald der Führer der Prise, Seekadett Düring, die Absicht des Franzosen erkannte, ließ er die französische Bemannung, welche er an Bord hatte, unter Deck bringen, und die französische Flagge hissen. Gleichzeitig hielt er auf die französische Korvette zu, welche darauf von einer weiteren Rekognoscirung Abstand nahm und den Flaggengruß des vermeintlichen Landsmannes in üblicher Weise erwiderte.

„Augusta" hatte noch am Nachmittage desselben Tages, welcher ihr die ersten Erfolge brachte, einen Regierungstransportdampfer mit Armeevorräthen aufgebracht und verbrannt. Dann mußte sie sich aber zurückziehen, weil darauf zu rechnen war, daß man alsbald stärkere Schiffe zu ihrer Verfolgung aussenden werde. Sie lief Vigo an, um ihre Kohlenvorräthe zu ergänzen, und wurde bis zum Beginn des Waffenstillstandes hierselbst durch 3 französische Panzerschiffe und einen Aviso bewacht.

Im Auslande befanden sich die norddeutschen Schiffe den zahlreichen und oft stärkeren, französischen Schiffen gegenüber in keiner beneidenswerthen Lage, da sie nirgends eigene Stützpunkte hatten, und auf die Hülfsmittel neutraler Häfen angewiesen waren.

In Ostasien waren „Hertha" und „Medusa". Beide Schiffe bewirkten zunächst ihre Vereinigung und suchten dann die überlegenen feindlichen Streitkräfte in Bewegung zu halten und von der Verfolgung deutscher Kauffahrteischiffe abzuziehen. Ihre Thätigkeit blieb nach dieser Richtung hin nicht ohne Erfolg.

Die Korvette „Arkona" erhielt auf den Azoren, die damals noch keine telegraphische Verbindung mit dem Festlande hatten, durch besonderen Kurier die Nachricht von dem Ausbruch des Krieges. Ihre Maschine befand sich damals in so schlechtem Zustande, und der Schiffsboden war in Folge des längeren Aufenthaltes in tropischen Gewässern derartig bewachsen, daß die Geschwindigkeit des Schiffes unter Dampf kaum mehr als 4 Knoten[22]) betrug. Ihre Armirung bestand zum weitaus größeren Theil noch aus glatten Geschützen. Sie

[22]) Ein Knoten Schiffsgeschwindigkeit will sagen, daß ein Schiff in einer Stunde eine Seemeile gleich 1852 Meter durchläuft. 4 Knoten gleich 4 Seemeilen pro Stunde oder gleich einer geographischen Meile.

war daher weder zum Aufgreifen von Kauffahrern noch zum Kampf mit Kriegsschiffen geeignet. Dabei befand sie sich in einer Gegend, welche viel von französischen Kriegsschiffen aufgesucht wurde. Wenn es nur einem unglücklichen Zufall zuzuschreiben war, daß ihr ein schwächeres, französisches Schiff entging, so ist es mehreren glücklichen Zufällen zu danken, daß sie selbst nicht eine willkommene Beute weit stärkerer, feindlicher Schiffe wurde, die zum Theil eigens auf ihre Erlegung ausgegangen waren. Nach aufreibenden, anstrengenden Monaten in stürmischer See und auf unsicheren Rheden, bald jagend, bald gejagt, lief die Korvette am 14. Januar in den Hafen von Lissabon ein, wo sie bis zum Waffenstillstand verblieb.

Das kleinste der im Auslande befindlichen Schiffe war das Kanonenboot I. Klasse „Meteor",[23]) Kommandant Kapitän-Leutnant Knorr, auf der westindischen Station. Ihm war es vorbehalten, das einzige Fahrzeug zu sein, daß in diesem Kriege Gelegenheit fand, seine Kräfte an einem Gegner im Kampfe zu messen. Am 7. November 1870 lief das Kanonenboot in Havanna ein. Eine halbe Stunde später kam der französische Aviso „Bouvet"[24]) in den Hafen. Dieser Letztere war bereits außerhalb des Hafens von „Meteor" gesichtet aber nicht erkannt worden, sonst würde das Kanonenboot trotz der Ueberlegenheit des Gegners ihn sofort gestellt haben. Um ihm den Kampf auch jetzt noch anzubieten, ging „Meteor" alsbald wieder in See und erwartete den Aviso in Sicht des Hafens außerhalb der spanischen Hoheitsgrenze. Da „Bouvet" nicht herauskam, lief „Meteor" mit Dunkelwerden wieder in den Hafen ein. Hier ließ der spanische Hafenadmiral dem deutschen Kommandanten mittheilen, daß „Bouvet" die Absicht, am nächsten Tage 1 Uhr Nachmittags in See zu gehen, ausgesprochen habe und „Meteor" daher frühestens am 9. November zu derselben Tageszeit auslaufen könne, da nach den geltenden Neutralitätsgesetzen ein Kriegsschiff einer der beiden kriegführenden Staaten einem Kriegs- oder Handelsschiff des anderen erst nach 24 Sunden folgen dürfe. Seiner Ansage gemäß verließ „Bouvet" am folgenden Mittage den Hafen; „Meteor" ging am 9. Nov. 1 Uhr Nachmittags in See.

Da der Feind nicht in Sicht war, dampfte „Meteor" nach Norden, wo er ihn vermuthete. Der Aviso wurde auch bald entdeckt und beide Schiffe eilten einander entgegen. Der Franzose feuerte schon auf große Entfernung den ersten Schuß, den die Mannschaft des „Meteor" mit Hurrah begrüßte. „Meteor" näherte sich dem Gegner ohne das Geschützfeuer desselben zu erwidern, bis auf ca. 1000 m.

[23]) „Meteor" hatte 63 Mann Besatzung und eine Armirung von 1 gez. 15 cm und 2 gez. 12 cm Geschützen. Die Maschine konnte 80 indic. Pferdekräfte entwickeln.

[24]) „Bouvet" hatte nach französischen Angaben 85 Mann Besatzung, eine Armirung von 1 gez. 16 cm, 4 gez. 12 cm Geschützen und 4 Drehbassen. Seine Maschine entwickelte 180 indic. Pferdekräfte.



Jetzt dröhnte auch der erste Schuß des „Meteor“ über das Wasser und gleichzeitig entfalteten sich an seinen Masten wie an hohen Feiertagen die Topsflaggen.[25])

Man befand sich ca. 10 km nördlich von Havanna. Der Himmel war bedeckt, die herrschende Dünung beeinträchtigte die Treffsicherheit der Geschützführer. Als die Gegner bis auf ungefähr 450 m sich genähert hatten, drehte „Bouvet“ plötzlich auf „Meteor“ zu, um im Vertrauen auf seine eigene Größe und die Kraft seiner Maschine das kleinere Kanonenboot durch einen Rammstoß in den Grund zu bohren. Kapitän-Leutnant Knorr, der aus diesem Manöver im ersten Augenblick auf eine andere Absicht des Feindes schloß, und bereits mit einem entsprechenden Gegenmanöver begonnen hatte, erkannte noch rechtzeitig die drohende Gefahr und wandte auch seinerseits dem „Bouvet“ den Vordersteven zu. So trafen die beiden Fahrzeuge in spitzem Winkel aufeinander und glitten Seite an Seite mit großer Schnelligkeit an einander entlang. Der höhere „Bouvet“ überschüttete dabei den niedrigeren „Meteor“ mit einem schlechtgezielten Gewehr- und Klein-Geschützfeuer, das die Besatzung des „Meteor“ aus ihrer ungünstigen Lage mit den Handwaffen erwiderte. Hierbei fielen der Steuermann des „Meteor“, der neben dem Kommandanten auf der Brücke stand, und ein Matrose; ein weiterer Matrose wurde schwer verwundet.

Die Bbd. Geschütze des „Meteor“ hatten den Befehl, im Augenblicke des Passirens zu feuern. Das Buggeschütz versagte indeß beim Abfeuern, die Breitseitgeschütze wurden von dem Vorsteven des feindlichen Schiffes gefaßt und herumgedreht. Außerdem riß der „Bouvet“ den größeren Theil der Takelage des „Meteor“ sowie die an Bbd. hängenden Boote mit sich, so daß „Meteor“ nach dem Freikommen vom „Bouvet“ sich in einer äußerst gefährlichen Lage befand, da seine Geschütze nicht klar zum Feuern waren, und die Takelage, zum Theil in Wasser nachschleppend, seine Manövrirfähigkeit stark herabsetzte, zum Theil noch schwebend, die Geschütze und ihre Bedienung im Niederstürzen zu begraben drohte. Wunderbarer Weise nutzte der Feind den augenblicklichen Vortheil, den ihm der Rammstoß gebracht, nicht aus. Dem geschickten Manövriren des Komandanten war es zu verdanken, daß der eingebrochene Großmast des „Meteor“ seitwärts über Bord fiel, ohne die Geschütze zu treffen. Nun konnten auch diese Geschütze wieder gebraucht werden, und ihr Feuer hatte einen so günstigen Erfolg, daß die Maschine des feindlichen Aviso unbrauchbar wurde und er unter Segeln dem rettenden Hafen zueilte. Leider wurde „Meteor“ dadurch, daß er sich von den an ihm hängenden Trümmern befreien mußte, etwa ½ Stunde aufgehalten. Dann jagte er dem Feinde nach

[25]) Kriegsschiffe setzen aus festlicher Veranlassung und zum Gefecht außer der Kriegsflagge am Heck (der hintere Theil des Schiffes) noch eine solche in jedem Mast.

und begann bereits auf große Entfernung zu feuern, um ihn zur Fortsetzung des Kampfes zu reizen. Es gelang aber dem Aviso, die Neutralitätsgrenze zu überschreiten, bevor die Granaten des „Meteor" ihn erreichen konnten. Hier mußte auch „Meteor" die weitere Verfolgung aufgeben, da ein spanisches Kriegsschiff durch einen Schuß an die spanische Hoheitsgrenze erinnerte.

Um 5 Uhr 30 Minuten Nachmittags lagen beide Gegner wieder im Hafen von Havanna. Wer in diesem Kampfe Sieger geblieben, darf getrost der Beurtheilung des Lesers überlassen bleiben. Auf diese Waffenthat des „Meteor" ist die Marine noch heute stolz und darf es mit Recht sein und bleiben!

Das waren die Ereignisse des Krieges von 1870—71 auf dem Wasser. —

Die Aufgabe der Marine war angesichts der großen Erfolge der Armee eine besonders entsagungsvolle gewesen. Die wenigen Gelegenheiten zur Offensive hatte sie zwar nach Kräften ausgenutzt, aber doch mußten ihre Thaten verblassen neben jenem Ruhmesglanze, der das siegreiche, unvergleichliche Heer umstrahlte. Die Marine hatte in der Jade monatelang mit vollem Erfolge die Defensive gehalten. Der Fachmann weiß, welche hohen Anforderungen eine solche an die soldatischen Tugenden von Hoch und Niedrig stellt, und die Außenjade ist ein Platz, der die körperlichen Anstrengungen eines solchen Dienstes zu verdoppeln geeignet ist. So hätte die Marine wohl verdient, daß ihr guter Wille wenigstens Anerkennung im Vaterlande gefunden hätte. Anstatt dessen überschüttete die öffentliche Meinung sie mit Tadel und warf ihr Mangel an Entschlossenheit und Rührigkeit vor. So sehr man ihren Werth vor dem Kriege überschätzt hatte, so sehr war man jetzt bereit, über den Werth einer Marine überhaupt den Stab zu brechen. Merkwürdiger Weise geschah das nicht nur im Binnenlande, wo damals das Wesen und die Art einer Marine noch so gut wie unbekannt waren, sondern gerade in den Hansastädten und vornehmlich in Hamburg, das doch über eine große Zahl wenigstens halbwegs Sachverständiger verfügte. Vielleicht mag in diesem letzteren Umstand auch die Erklärung jener Erscheinung liegen.

Der Feind scheint die Fähigkeiten der deutschen Flotte richtiger eingeschätzt zu haben, da er trotz vielfacher Ueberlegenheit nicht wagte, das Panzergeschwader in seiner günstigen Stellung anzugreifen, sondern es vorzog, zweck- und nutzlos in der Nordsee zu kreuzen. Um einige Kauffahrer aufzubringen, bedurfte es keines solchen Aufwandes von Schlachtschiffen; dazu wären leichte Kreuzer wie die „Augusta" ausreichend gewesen. Deshalb ist es klar, daß nur die Furcht vor dem deutschen Geschwader und Verlusten, die zu dem möglichen Erfolg in keinem annehmbaren Verhältniß gestanden hätten, Frankreichs Flotte vor einer Forcirung der Jade und Zerstörung Wilhelmshavens abgehalten haben. Allerdings darf bei der Beurtheilung der französischen Admirale und ihres Verhaltens nicht außer Acht gelassen

werden, daß die Vorgänge in Frankreich auf die Unternehmungen der französischen Flotte lähmend wirken mußten.

Der Gewinn, den die deutsche Flotte dem Vaterlande gebracht hatte, blieb immerhin winzig im Vergleich zu dem, was die Armee für das Vaterland leistete, und wer nur nach dem thatsächlich Erreichten urtheilte, ohne die verfügbaren Mittel und das, was mit ihnen besten Falles erreichbar war, in Betracht zu ziehen, der mochte immerhin zu einem verdammenden Urtheil kommen.

Alle Anfeindungen konnten das Bewußtsein der Marine, ihre Pflicht im weitesten Sinne des Wortes gethan zu haben, nicht erschüttern, und daß diese Ueberzeugung nicht auf Selbstüberhebung sich gründete, hat sie seit dem oft zu beweisen Gelegenheit gehabt. —

Am 18. Januar 1871 wurde das deutsche Reich geboren und am 16. April desselben Jahres verlieh die neue Verfassung der bisherigen Bundesmarine die Würde als Kaiserliche Reichsmarine mit den Worten:

„Die Kriegsmarine des Reiches ist eine einheitliche, unter dem Oberbefehl des Kaisers."

Fünfter Abschnitt.[1])

1871—1888.

Das deutsche Reich war zur Thatsache geworden! Durch Generationen ersehnt, in 23jährigem Ringen vom deutschen Volke unter Helden des Gedankens und der That erstrebt, war es plötzlich, mächtig und stark, mit dem Lorbeer des Siegers geschmückt, in die Welt getreten. Macht braucht Mittel, und zu den Mitteln eines solchen Reiches gehört eine achtunggebietende Flotte.

Wohl konnte das deutsche Heer, so weit sein Fuß es trug, jeden Widersacher des jungen Reiches mit sehniger Faust am Boden halten, aber nutzlos war die Kraft des Armes, wenn der Feind jenseits des Wassers stand.

Ein großes Reich, wie das deutsche, hat überall auf dem Erden-

[1]) Einschlägige und theilweise benutzte Literatur:

A. v. Cronsaz, Kurze Geschichte der deutschen Kriegsmarine. Berlin und Wriezen a. O. 1873. Romberg, Marine- und Seewesen des deutschen Reiches. Leipzig 1872. Wurzer, Das kleine Buch von der deutschen Flotte. Varel 1874. A. Tesdorpf, Geschichte der Kaiserlich deutschen Kriegsmarine. Kiel und Leipzig 1889. A. Heye, Die Marine-Infanterie. Berlin 1891. Batsch, Nautische Rückblicke. Berlin 1892. A. Langguth, Prinz Heinrich von Preußen. Halle a. S. 1893. Nauticus, Altes und Neues zur Flottenfrage. Berlin 1898. Derselbe, Neue Beiträge zur Flottenfrage.

rund Interessen zu schützen und zu vertreten, materielle wie geistige, und daraus entspringen ungezählte Möglichkeiten, zu solchen Völkern in Gegensatz zu gerathen, die nur über das Meer hinüber erreichbar sind. Fehlt eine Flotte, stark genug, um Wort und Recht Nachdruck zu geben, so wird das Wort unbeachtet verhallen und das Recht ungestraft mit Füßen getreten werden. Ein böses Beispiel würde zur Nachahmung reizen und bald müßten Ansehen und Recht eines Staates, dem die Machtmittel zur See fehlen, jenseits des Meeres zum Gespötte werden.

Das wären die Folgen, wenn der Widersacher selbst nicht die Mittel hätte, außerhalb seiner eigenen Grenzen thätlich zu werden. Wäre er aber gar seemächtig, so würde er seinen Gegner von dem freien Meere und dem Weltverkehre abschließen und ihn mit seinen Interessen hinter die Grenzpfähle seines Landes verweisen.

Das Meer gehört allen Völkern und verbindet alle, welche Zugang zu ihm haben, aber nur diejenigen können seine Straßen unbeschränkt benutzen, die bereit sind, ihr Anrecht nöthigenfalls durch den Mund der Schiffsgeschütze zu beweisen, d. h. die fähig sind, die Seeherrschaft zu behaupten. Hier wird die Machtfrage zum größeren Theile zur Geldfrage. So wie die aufgewandten Geldmittel dem Umfange einer Flotte Grenzen setzen, so beschränken sie auch die Willensäußerungen jenes Staates. Diese Thatsache kann durch Bündnisse nicht beseitigt werden, denn jedes Bündniß bindet. Zudem beruht ein Vertrag auf Leistung und Gegenleistung, und wer solche in maritimer Beziehung erwartet, wird auch in dieser Hinsicht etwas bieten müssen.

Das deutsche Reich fand eine Marine vor. Genügte sie ihrem Umfange nach auch nicht im Entferntesten den Bedürfnissen, wie der Krieg mit Frankreich soeben überzeugend nachgewiesen hatte, so war sie doch in ihren Grundlagen und ihrem Betriebe verwendungsfertig, dank der 23jährigen, zielbewußten Bemühungen Preußens. Sie war nach Maßgabe ihrer Ziele und der verfügbaren Mittel des Reiches zu erweitern und auszubauen. Die Marineleitung begann deshalb alsbald einen Plan hierfür auszuarbeiten.

Nach dem Friedensschluß trat eine Aenderung in der Organisation der obersten Marinebehörden ein. Das Oberkommando, welches für die Dauer des Krieges als selbstständige Behörde aufgehoben war[2]), wurde nicht wieder errichtet. In Abänderung der

Berlin 1898. G. Wislicenus, Prinzadmiral Adalbert. Leipzig 1899. Derselbe, Deutschlands Seemacht. Leipzig 1896. G. Neudeck und H. Schröter, Das kleine Buch von der Marine. Kiel und Leipzig 1899. R. Werner, Bilder aus der Seekriegsgeschichte. München 1899. Derselbe, Das Buch von der deutschen Flotte. Bielefeld und Leipzig 1868. L. v. Liliencron, Die deutsche Marine. Berlin 1899. Koch, Beiträge zur Geschichte unserer Marine. Berlin 1900. Die wichtigsten deutschen Kriegsschiffsarten. Leipzig 1900.

Organisation vom 16. April 1861 wurden seine Funktionen durch A. C.-O. vom 15. Juni 1871 dem Marine-Ministerium zugewiesen und der Vize-Admiral Jachmann vorübergehend mit der Verwaltung desselben betraut. Prinz Adalbert wurde General-Inspekteur der Marine. Am 1. Januar 1872 erhielt das Marine-Ministerium die Bezeichnung: „Kaiserliche Admiralität". Zum Chef der Admiralität wurde der General-Leutnant von der Armee v. Stosch ernannt und zu gleicher Zeit der Kriegsminister v. Roon von der Leitung des Marine-Ministeriums, das er einige Monate neben dem Kriegsministerium verwaltet hatte, entbunden. Der Chef der Admiralität führte die Verwaltung der Marine unter Verantwortlichkeit des Reichskanzlers und vereinigte fortan in seinem Ressort die oberste Kommando-, Verwaltungs- und technische Behörde der Marine.

Im Laufe des Jahres 1871 wurde die Scheidung der Stationen der Ostsee und Nordsee, die bisher nur geplant und theilweise eingeleitet war, durchgeführt. Man vertheilte die Marinetheile am Lande gleichmäßig auf beide Stationen und wandelte die Flottenstammdivisionen in Matrosen- und Werft-Divisionen um. Jede derselben wurde in mehrere Abtheilungen eingetheilt, deren Kommandeure die Befugnisse von Bataillonskommandeuren erhielten. Die Kommandeure der Matrosen- und Werftdivisionen wurden bezüglich ihres Ranges, ihrer Rechte und Pflichten Regimentskommandeuren gleichgestellt. Die Marine-Intendantur löste sich in zwei Stationsintendanturen auf. Die Marinedepots zu Stralsund und Geestemünde wurden aufgehoben.

Aus den organisatorischen Maßnahmen des folgenden Jahres, welche hier gleich angeschlossen sein mögen, ist in erster Linie die Gründung einer Marine-Akademie in Kiel hervorzuheben. Die Akademie sollte denjenigen Seeoffizieren, welche für die spätere Verwendung in höheren Stellen geeignet erschienen, Gelegenheit bieten, sich eine höhere, wissenschaftliche und Fachbildung anzueignen und ihre Einsicht und Urtheilskraft zu erweitern. Die Ziele und das Wesen der Marine-Akademie entsprechen daher denen der Kriegs-Akademie der Armee.

Eine weitere Maßnahme von einschneidender Bedeutung war die Bildung eines Maschinen-Ingenieur-Korps der Marine. Die anordnende Allerhöchste Verfügung bestimmte: „Die Maschinen-Ingenieure des aktiven Dienststandes und des Beurlaubtenstandes der Marine bilden das Maschinen-Ingenieur-Korps, welches neben dem Offizierkorps der Marine steht. Die Maschinen-Ingenieure sind Personen des Soldatenstandes. Die Maschinen-Unter-Ingenieure

[1]) Die Geschäfte des Oberkommandos der Marine waren mit Beginn des Krieges dem Marine-Ministerium übertragen worden, bei welchem deshalb eine besondere Abtheilung für Kommandoangelegenheiten unter dem bisherigen Chef des Stabes des Oberkommandos Kpt. z. S. Batsch formirt worden war.

haben den Rang der Unter-Leutnants, die Maschinen-Ingenieure den der Leutnants zur See, die Maschinen-Ober-Ingenieure den der Kapitän-Leutnants. Dieses Korps ergänzt sich aus den geeigneten Obermaschinisten u. s. f."

Endlich ist noch die Formirung einer selbstständigen Schiffsjungen-Abtheilung im Bereiche der Ostseestation, die Organisation der Ehrengerichte in der Marine und die Einführung des Militär-Strafgesetzbuches zu registriren.

Die Marine ist in der günstigen Lage, auch bei Ausübung ihrer Friedensthätigkeit häufig Gelegenheiten zu finden, bei welchen sie ihre Kriegstüchtigkeit bethätigen kann. Wenn es sich bei solchen Anlässen im Allgemeinen auch nur um Konflikte mit wilden oder halbcivilisirten Völkern zu handeln pflegt, so bieten doch oft die nur beschränkten Mittel und die obwaltenden Verhältnisse Schwierigkeiten, deren Ueberwindung das Gefühl berechtigter Genugthuung erweckt, und geeignet ist, Lust und Liebe zum Beruf, sowie Freude an der Pflicht zu erhalten und zu heben.

Solche Gelegenheiten bot der Dienst für Kaiser und Reich der Marine bald in ausgiebigem Maße.

S. M. S. Nymphe hatte im Jahre 1871 eine 3jährige Reise um die Erde angetreten. Sie sollte das erste deutsche Kriegsschiff werden, welches deutsche Interessen auf Samoa wahrzunehmen hatte. Bei den fortgesetzten Zwistigkeiten der Eingeborenen untereinander war auf der Insel Pago-Pago das Eigenthum eines deutschen Schiffskapitäns durch Samoaner geplündert worden, und es galt nun, von dem schuldigen Häuptling Entschädigung und Buße zu erlangen. Der Kommandant der „Nymphe", Korvetten-Kapitän v. Blanc, landete einen Theil seiner Leute und drohte, die ganze Insel zu verwüsten, wenn man seinen Forderungen nicht eilends entspräche. Diese Drohung wirkte und die Samoaner erfüllten sofort die gestellten Bedingungen. Der günstige Erfolg dieses bündigen Verfahrens machte sich alsbald im ganzen Archipel geltend.

Die Negerrepublik Haiti schuldete seit längerer Zeit einem deutschen Kaufmanne 20000 Thaler. Schon 1870 hatte S. M. S. „Arkona" Veranlassung genommen, energisch an die Erledigung dieser Angelegenheit zu mahnen. Ebenso wie dieses Schiff war bald darauf „Gazelle" durch Versprechungen beruhigt worden, die von den Haitianern nach Abgang der Schiffe indeß nicht gehalten wurden. Deshalb begaben sich im Juni 1871 „Vineta" und „Gazelle" gemeinsam nach Port au Prince, um nunmehr die Regierung des Negerstaates zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen zu zwingen.

Im Hafen lagen zwei haitianische Korvetten,[*]) von denen eine Flaggschiff eines Admirals war. Kapitän z. See Batsch sandte unmittelbar nach der Ankunft ein bewaffnetes Boot mit der kurzen

[*]) Die Korvetten „Union" mit 10 und „Mont Organisé" mit 11 Geschützen.

Erklärung an Land, daß er zu Gewaltmaßregeln schreiten werde, wenn die Schuld nicht bis 5 Uhr Nachmittags beglichen sei. Als man mit Ablauf dieser Frist sein Heil wiederum in leeren Versprechungen suchte, ließ Kpt. z. S. Batsch sämmtliche Boote armiren und beide haitianischen Korvetten wegnehmen. Die Landesflagge wurde niedergeholt und dafür auf beiden Schiffen die deutsche Flagge geheißt. Die Besatzungen wurden zum größeren Theil an Land gebracht. „Vineta“ und „Gazelle“ richteten ihre geladenen Geschütze auf das in unmittelbarer Nähe befindliche Fort, um es beim ersten Schuß unter Feuer zu nehmen. Dem deutschen Konsul ließ der Geschwaderchef mittheilen, daß er die Schiffe als Pfandobjekte mit Beschlag belegt habe.

Dieses energische Vorgehen half endlich und noch in derselben Nacht erfolgte die Bezahlung. Die Schiffe wurden deshalb am nächsten Tage den Haitianern zurückgegeben und die haitianische Flagge, zum Zeichen, daß der Zwischenfall erledigt, mit dem üblichen Salut begrüßt.

In Kap Haitien war eine ähnliche Angelegenheit zu regeln und „Vineta“ begab sich deshalb nunmehr dorthin. Hier wurde aber ein Eingreifen nicht mehr erforderlich, da das Vorgehen der deutschen Schiffe in Port au Prince auch hier bereits gewirkt hatte.

Da in den kleinen Staaten Mittel- und Südamerikas noch mehrere solcher Differenzen schwebten, erschien eine Verstärkung des westindischen Geschwaders geboten. S. M. S. S. „Friedrich Karl“, „Elisabeth“ und „Albatroß“ erhielten daher Befehl, sich unter Führung des Kommodore Kpt. z. S. Werner nach Westindien zu begeben, woselbst sie sich mit „Vineta“ und „Gazelle“ vereinigten.

Die heilsame Wirkung dieser Maßnahme ließ sich unter Anderem daraus erkennen, daß die Columbische Regierung, welche für die mit deutschen Gelde von Baranquilla nach Sabanilla gebaute Eisenbahn den Unternehmern[1]) seit längerer Zeit beträchtliche Zuschüsse schuldete, diese sofort zahlte, als sie von dem Eintreffen des Geschwaders bei La Guayra erfuhr.

Wie der Marine bei diesen Gelegenheiten unzweifelhaft der Ruhm des sieggekrönten Heeres, der über Länder und Meere gedrungen war, zu Gute kam, so that sie selbst ihr Bestes, um den Völkern jenseits des Oceans zu zeigen, wes Geistes Deutschlands Söhne seien.

Außer den genannten Schiffen waren das Kanonenboot „Delphin“, im Mittelmeer, die Korvette „Hertha“, auf der westamerikanischen Station, und die Schulschiffe „Niobe“, „Mosquito“, „Undine“ im atlantischen Ocean im Auslandsdienste thätig.

Die Segelfregatte „Thetis“, die Segelbrigg „Hela“ und 5 Dampfkanonenboote wurden als kriegsuntüchtig aus der Liste S. M. Schiffe und Fahrzeuge gestrichen, während der Schiffsbestand sich um

[1]) Bremer Kaufleuten.

die Panzerschiffe „Kaiser“, „Hansa“, die Glattdeckskorvetten „Ariadne“, „Luise“, die Kanonenboote „Albatros“, „Nautilus“ und die Radavisos „Falke“, „Pommerania“ und „Loreley“ vermehrte.

Am 6. Mai 1872 legte der Chef der Admiralität dem Reichstage eine Denkschrift über den weiteren Ausbau der Kriegsmarine vor. Diese Denkschrift griff auf den vorläufigen Flottengründungsplan von 1867, der seiner Zeit von Bundesrath und Reichstag angenommen und seither der Marineverwaltung als Grundlage gedient hatte, zurück. Sie führte daran anknüpfend aus, daß einmal die damals bewilligten Mittel zur Durchführung des Planes von 1867, in Folge der raschen Fortschritte der Schiffbautechnik, nicht mehr ausreichend seien, sodaß sich ein Mehrbedarf von etwa 35 Millionen Thalern ergäbe, und zudem der 1867 in Aussicht genommene Schiffsbestand den Erfordernissen des Reiches nicht genüge. Der deutsche Seehandel habe an Bedeutung zugenommen, die Machtentwicklung des deutschen Reiches habe die im Auslande lebenden Deutschen wieder zu Deutschen gemacht und die maritime Entwicklung Deutschlands finde immer größere Aufmerksamkeit bei den anderen maritimen Staaten Europas, welche bisher allein die Meere beherrschten, so daß die Aufgabe der Marine, den deutschen Seehandel auf allen Meeren zu schützen und zu vertreten, an Umfang und Bedeutung gewonnen habe. Die Marine müsse daher mehr Schiffe im Auslandsdienst beschäftigen, als man 1867 annehmen konnte. Der Marine falle außerdem die Erforschung der Meere zu, da nur die Kriegsmarine den wissenschaftlichen Stamm bilden könne, an dem allein sich die große Schiffahrt kräftig emporzuranken vermöge. Dieser letztere Punkt erscheint uns besonders beachtenswerth, weil er hier zum ersten Male in bestimmtester Form hervorgehoben wird.

Die weiteren Ausführungen der Denkschrift betonen, daß Deutschland die Offensivkraft in einem großen Kriege seiner Landarmee überlassen könne und müsse. Auch seine bedeutende Handelsmarine müsse das Reich im Falle eines Krieges mit den großen Seemächten dem indirekten Schutz seiner Landarmee überantworten, da die Marine dazu nicht im Stande sei. Die Offensivkraft der Marine wäre danach zu bemessen, daß es nicht ihre Aufgabe sein könne, gegen die großen europäischen Staaten offensiv zu verfahren, sie solle die Macht des Reiches vielmehr nur dahin tragen, wo kleinere Interessen zu vertreten seien und wo die eigentliche Macht des Staates, die Landmacht, nicht anders hingelangen könne.

Im Sinne dieser Denkschrift wurde dem Reichstage im Jahre 1873 ein neuer Flottengründungsplan vorgelegt, der den erforderlichen Schiffsbestand wie folgt festsetzte:

Bis zum Jahre 1882 sollten 8 Panzerfregatten, 6 Panzerkorvetten, 7 gepanzerte Monitors, 2 Panzerbatterien, 20 Kreuzer, 6 Avisos, 18 Kanonenboote, 28 Torpedofahrzeuge und 5 Schulschiffe vorhanden sein.

Die Ausführung dieses Planes sollte einen einmaligen Kosten-

aufwand von rund 73 Millionen Thalern erfordern. Die jährlichen Indiensthaltungskosten waren für 1882 mit circa 1,3 Millionen Thalern veranschlagt.

Der Flottengründungsplan wurde genehmigt.

Aus der Zusammensetzung des Schiffsmaterials wie den begründenden Ausführungen der Denkschrift zu diesem Flottengründungsplan ergiebt sich eine starke Betonung des defensiven Charakters der Flotte, was um so bemerkenswerther ist, als sich dieser Standpunkt weder mit den früheren noch den heutigen Anschauungen über das Wesen, den Werth und die Aufgaben einer Flotte sowie die Bedeutung der Seeherrschaft deckt. Wir glauben aus diesem auffallenden Umstande zwei Schlüsse ziehen zu dürfen. Einmal war nach den Erfolgen unseres Heeres und der anscheinenden Nutz- und Thatenlosigkeit der Marine während des Krieges von 1870/71 die Neigung offenbar sehr groß, den Werth einer Marine überhaupt zu verkennen und den Machtbereich einer starken Armee zu überschätzen, und zweitens will es uns scheinen, daß der Prinz-Admiral, dessen Anschauungen sich durchaus mit den heutigen deckten, darauf verzichtet hatte, seinen sachkundigen Rath außerhalb seines ihm zugewiesenen Wirkungskreises anzubieten.

An Schiffsmaterial, das auf den Flottengründungsplan in Anrechnung zu bringen war, besaß die Marine: 7 Panzerschiffe und Fahrzeuge, 11 Korvetten, 5 Avisos, 19 Kanonenboote, 6 Schulschiffe.[5])

Der Personaletet betrug: 276 Offiziere, 4 Maschinen-Ingenieure, 33 Marine-Aerzte, 28 Marine-Zahlmeister, 4672 Deckoffiziere, Unteroffiziere und Mannschaften und 330 Schiffsjungen, oder insgesammt 5343 Köpfe.[6])

Der Marinehaushalt für das Jahr 1872 betrug 8,3 Millionen Thaler. Diese Zahlen gestatten einen Vergleich mit den früher gegebenen und bieten so ein gutes Bild von dem außerordentlichen Wachsthum der Marine seit dem Jahre 1863.

Am 6. Juni 1873 erlitt die Marine unerwartet den schwersten Verlust, der sie bis dahin getroffen hatte. Ein Herzschlag setzte dem an Arbeit und Erfolgen so reichen Leben des ersten Prinz-Admirals der

[5]) Die Panzerfregatten „König Wilhelm“, „Friedrich Carl“, „Kronprinz“, „Kaiser“, die Panzerkorvette: „Hansa“, die Panzerfahrzeuge: „Arminius“, „Prinz Adalbert“, die gedeckten Korvetten: „Elisabeth“, „Hertha“, „Vineta“, „Arkona“, „Gazelle“, die Glattdeckskorvetten: „Ariadne“, „Luise“, „Augusta“, „Victoria“, „Medusa“, „Nymphe“, die Avisos: „Preußischer Adler“, „Falke“, „Pommerania“, „Loreley“, „Grille“, die Kanonenboote: „Albatros“, „Nautilus“, „Basilisk“, „Blitz“, „Komet“, „Delphin“, „Drache“, „Meteor“, „Fuchs“, „Habicht“, „Hay“, „Hyäne,“ „Natter“, „Salamander“, „Skorpion“, „Sperber“, „Tiger“, „Wolf“, die Schulschiffe: Renown“, „Gefion“, „Niobe“, „Rover“, „Musquito“, „Undine“. Viele der Namen dieser zum Theil längst nicht mehr vorhandenen Schiffe sind inzwischen in Schiffen neueren Typs wieder lebendig geworden.

[6]) Nach v. Cronsaz.

deutschen Flotte ein Ziel. Aus Karlsbad, wo der Prinz zur Kur geweilt hatte, kam die für die Marine so schmerzliche Kunde und erfüllte die Herzen mit aufrichtiger Trauer um den heimgegangenen, edlen Sproß eines edlen Geschlechts, den seine Untergebenen wie einen Vater geliebt und verehrt hatten. Die Größe des Verlustes, den die Marine und mit ihr das Vaterland erlitten hatten, gipfelte darin, daß man nicht nur den geistigen Schöpfer, sondern auch den thatkräftigsten und sachkundigsten Förderer der Flotte zu beklagen hatte.

Im Jahre 1811 geboren, genoß der Prinz schon im Alter von 25 Jahren in seemännischen Dingen, für die er von glühendstem Interesse beseelt war, ein solches Ansehen, daß man ihn zu Rathe zog, als es sich um die Schaffung einer Küstenflotille handelte. 1848 war er es wiederum, dem man den Vorsitz in der technischen Marine-Kommission des deutschen Bundes antrug, nachdem er durch die erwähnte Denkschrift nicht nur sein Interesse, sondern auch seine Sachkenntniß bewiesen hatte. Er schuf die preußische Marine, leitete sie und gab ihr durch seine männlichen Tugenden das leuchtende Vorbild. Gegen alle Widersacher verfocht er die Nothwendigkeit eines Kriegshafens an der Nordsee und seiner zielbewußten Thatkraft ist die Entstehung Wilhelmshavens in erster Linie zu danken.

Seinem unermüdlichen Wissensdrang verdankte er eine so umfassende Fach- und Materialkenntniß, daß sie einen englischen Admiral zu der bewundernden Behauptung hinriß, dem Prinzen sei das englische Schiffsmaterial geläufiger als vielen englischen Seeoffizieren. Seine Ansichten über das Wesen, den Werth und die Aufgaben einer Flotte waren dieselben weitschauenden wie sie dem großen Kurfürsten, Friedrich Wilhelm, eigen waren. Er wußte, daß eine Flotte, die ihr Ziel nur in der Küstenvertheidigung suchte, nicht die Mittel werth sei, die man auf sie verwendete. Eine Erkenntniß, die zur Zeit seines Hinscheidens noch Manchem mangelte. „Wehrhaftigkeit zur See ist eine Lebensbedingung für den Staat, der gedeihen und nicht bloß ein geduldetes Dasein führen will", so lautet ein Ausspruch von ihm, der mit wenigen Worten das maritime Glaubensbekenntniß des Prinzen wiedergiebt.

So war er mit der Marine und sie mit ihm verwachsen und sein Name, sein Wirken sind unauslöschlich in die Geschichte unseres Vaterlandes eingetragen. In Wilhelmshaven ist ihm ein ehernes Standbild errichtet worden. —

Kaum war, wie weiter oben berichtet, in Westindien durch unsere Schiffe gezeigt worden, daß die Zeiten vorüber seien, in denen der Deutsche drüben sich bittend unter den Schild fremder Völker flüchten mußte, wenn er nicht vogelfrei und rechtlos sein wollte, als es galt, in Europa deutsches Eigenthum und deutsche Unterthanen zu schützen.

Die zwangsweise Abdankung des Königs Amadeus von Spanien und die Erklärung der Republik hatte jenen Aufstand gegen die neue Regierung zur Folge, der seinen Heerd in der Provinz Mur-

cia und dem Kriegshafen Kartagena fand und von hier aus sich mittelst Waffengewalt über die Küstenstädte Spaniens zu verbreiten suchte. Die deutsche Regierung hatte nicht die Absicht, sich in diese Händel zu mischen, erachtete es indeß für ihre Pflicht, der Schädigung deutscher Interessen durch Entsendung entsprechender Seestreitkräfte vorzubeugen. Kpt. z. S. Werner erhielt daher im Mai 1873 den Befehl, mit „Friedrich Karl" und „Elisabeth" von Westindien nach der spanischen Küste zu dampfen, wo das Kanonenboot „Delphin" sich dem Geschwader anschließen sollte.

Das deutsche Geschwader lief zunächst Barcelona und alsdann Valencia an. In letzterem Hafen erfuhr der Geschwaderchef, daß die von den Insurgenten genommene Panzerfregatte „Victoria"[7]) vor Alicante[8]) unter rother Flagge erschienen sei und durch Androhung einer Beschießung eine Kontribution von 80 000 spanischen Thalern zu erpressen suche. Der englische Konsul, welcher diese Nachricht überbrachte, bat deshalb Kpt. z. S. Werner nach Alicante zu dampfen und, neben den Deutschen, auch die dortigen Engländer unter seinen Schutz zu nehmen. „Friedrich Karl" entsprach dem Wunsche und begab sich dorthin. Kurz vor Alicante kam ihm die „Victoria" entgegen, welche auf die Nachricht von dem Nahen des deutschen Schiffes nicht nur ihre Absichten auf Alicante aufgegeben, sondern auch die rothe Flagge des Aufruhrs mit der amtlichen, spanischen vertauscht hatte. Dieser letztere Umstand verhinderte den deutschen Geschwaderchef, Maßnahmen gegen das Insurgentenschiff zu ergreifen.

Kurze Zeit danach, als „Friedrich Karl" in Kartagena lag, wo sich, nebenbei bemerkt, auch die „Victoria" befand, lief der Insurgentenaviso „Vigilante" daselbst unter rother Flagge in den Hafen ein. Kpt. z. S. Werner schickte ihm ein bewaffnetes Boot mit der Aufforderung entgegen, zur Untersuchung zu stoppen. Durch einen blinden Schuß aus einem Bootsgeschütz sah sich „Vigilante" veranlaßt, dem Wunsche zu entsprechen.[9]) Es stellte sich heraus, daß das Kommando dieses Schiffes durch eine Kommission von drei Personen geführt wurde, und, daß man soeben in Motril 40 000 Realen erpreßt hatte. Kpt. z. S. Werner betrachtete das Schiff auf Grund der angegebenen Thatsachen als Piratenschiff und nahm es demgemäß weg. Er schickte die Mannschaft an Land und sandte das Schiff unter deutscher Flagge mit einer Prisenmannschaft nach Gibraltar.

In Kartegena gerieth man begreiflicher Weise über dieses Verfahren in Harnisch und drohte Repressalien an dem deutschen Konsul

[7]) Die Panzerfregatte „Victoria" war viel größer als „Friedrich Carl" hatte 9 schwere Geschütze und 200 Mann Besatzung mehr als dieser. (R. Werner.)

[8]) Jedes Schiff ist auf See verpflichtet eine von den Seestaaten anerkannte Flagge zu führen, wenn es nicht als Piratenschiff behandelt werden will. Die rothe Flagge von Murcia war damals nicht anerkannt.

[9]) Kriegsschiffe haben das Recht und die Pflicht, eine internationale Seepolizei auszuüben.

üben zu wollen. Dieser Drohung setzte der deutsche Geschwaderchef die andere entgegen, daß er in diesem Falle die Stadt beschießen und die im Hafen befindlichen Insurgentenschiffe fortnehmen würde. Das wirkte, und man verhielt sich ruhig. Man vertauschte sogar aus freien Stücken die auf den Forts und den Schiffen im inneren Hafen wehenden, rothen Flaggen mit der spanischen, offenbar mit der Absicht, dem deutschen Geschwaderchef keinen Anlaß zu fernerem Eingreifen zu geben.

„Victoria" und die Insurgentenkorvette „Almansa"[10]) verließen nach einigen Tagen den Hafen, um an der Küste ihre Erpressungen fortzusetzen. „Friedrich Karl" begab sich nach Malaga, wo beträchtliches deutsches Eigenthum zu schützen war. Hier traf man den englischen Panzer „Swiftsure" und erfuhr, daß die Insurgenten die Stadt Almeria, die eine Kontribution verweigert, beschossen und dabei auch das Haus des deutschen Konsuls zerstört hatten. Zur Zeit sollten sie auf dem Wege nach Malaga sein, um hier eine gleiche Brandschatzung vorzunehmen. In dem Verhalten der Insurgentenschiffe erblickte Kpt. z. S. Werner ein Vergehen gegen das Völkerrecht,[11]) umsomehr, als auch deutsches Eigenthum und selbst der deutsche Vertreter in Mitleidenschaft gezogen worden waren. Er beschloß daher energisch gegen diese Schiffe vorzugehen und bewog den Kommandanten der „Swiftsure", sich ihm hierzu anzuschließen.

Als „Victoria" und „Almansa" ohne eine Flagge zu zeigen[12] mit dem Haupte der Erhebung, dem General Contreras, an Bord vor Malaga erschienen, erzwang „Friedrich Karl", der seinerseits seine Flagge zeigte, nicht nur das Setzen der National-Flagge durch einen scharfen Schuß vor den Bug des Insurgentenschiffs, sondern veranlaßte auch den General Contreras, persönlich auf dem „Friedrich Karl" zu erscheinen, um hier Rede und Antwort zu stehen. Da der Rebellenführer auf Befragen erklärte, er wolle Malaga bombardiren, wurde ihm bedeutet, daß er Gefangener sei und mit seinen Schiffen nach Kartagena zurück gebracht werden würde. Auf Anrathen des englischen Geschwaderchefs, der auf dem Wege nach Kartagena angetroffen wurde, gab man die Schiffe den Insurgenten indeß nicht zurück, sondern schickte

[10]) „Almansa" war eine Holzfregatte von 60 Kanonen. Beide Schiffe zusammen hatten 1400 Mann Besatzung. (R. Werner.)

[11]) Es gilt als völkerrechtliche Regel offene Städte nicht zu beschießen, ein Grundsatz, welcher übrigens selbst auf der Haager Konferenz von keinem Staate als bindend anerkannt worden ist, und gegen den gegebenenfalls jeder verstoßen wird, der sich für stark genug hält, die Folgen seines Verfahrens tragen zu können.

[12]) Der internationale Brauch erfordert, daß sich begegnende Kriegsschiffe ihre Nationalflagge zeigen. In den Hoheitsgewässern der einzelnen Staaten bestehen sogar diesbezügliche, weitergehende, gesetzliche Bestimmungen für alle Schiffe.

die Besatzungen an Land und übergab die Schiffe den Engländern, welche sie der spanischen Regierung aushändigten.

Kpt. z. S. Werner wurde abberufen, weil er nach Ansicht der Reichsregierung sich unbefugt in die inneren, spanischen Angelegenheiten gemischt hatte. Ein Kriegsgericht sprach ihn von der Anschuldigung, seine Instruktionen überschritten zu haben, frei.[13]) Kpt. z. S. Przewisinsky, der an seiner Stelle die Führung des Geschwaders übernahm, fand noch einmal Gelegenheit, einzuschreiten, als den Deutschen in Cartagena durch die Aufständischen Kontributionen auferlegt wurden. Die Androhung der Beschießung bewirkte indeß in der Zeit von wenigen Stunden die Bezahlung eines Schadenersatzes von 15 000 spanischen Thalern. Der Aufstand nahm bald danach sein Ende.

Schon im Sommer 1874 wurde es wiederum nöthig, deutsche Schiffe an die spanische Küste zu entsenden. Dieses Mal galt es nicht nur, Reichsangehörige vor fremder Unbill zu schützen, sondern auch der berechtigten Empörung des deutschen Volkes über eine schmähliche Gewaltthat, die man an einem Deutschen begangen, Ausdruck zu geben. Der Zeitungskorrespondent, Hauptmann a. D. Schmidt, war von den Karlisten unter dem Vorwande der Spionage überführt zu sein, auf ausdrücklichen Befehl des Prätendenten Don Carlos erschossen worden, und es war deshalb nöthig, zu zeigen, daß man nicht gesonnen sei, Derartiges ruhig hin zu nehmen. Der Prätendent erkannte auch alsbald die Unklugheit seines Verfahrens und wies seine Parteigänger an deutsche Unterthanen in Zukunft mit der schuldigen Rücksicht zu behandeln. Volle Wirkung hatte diese Mahnung ihres Hauptes indessen nicht, wie man daraus erkennen kann, daß die Kanonenboote „Nautilus" und „Albatroß", welchen die Ehre zufiel, das deutsche Reich zu vertreten, auf einer ihrer Kreuztouren an der Küste, seitens der Karlisten unerwartet von Land aus mit Gewehr- und Geschützfeuer überschüttet wurden. Korvetten-Kapitän Zembsch ließ sofort „Klar Schiff" machen und gab den Angreifern mit Granatfeuer eine Lektion, welche für die fernere Dauer des Aufstandes ähnlichen Vorkommnissen vorbeugte.

Auf einem friedlicheren und für sie, wenn auch naheliegenden, so doch neuen Gebiete sollte die Marine sich in diesem Jahre zum ersten Male versuchen. Das deutsche Reich wollte den Venusdurchgang des Jahres 1874 von 5 verschiedenen Orten, unter denen sich auch die Inselgruppe der Kerguelen[14]) im südindischen Ocean befand, beobachten lassen. Die Ueberführung des wissenschaftlichen Expeditionskorps dorthin war der Marine übertragen und diese rüstete dazu S. M. S. „Gazelle" aus. Gleichzeitig verband man

[13]) R. Werner.

[14]) Die Gruppe besteht aus einer Hauptinsel, welche 3414 Quadratkilometer Flächeninhalt hat und sich bis zu 1865 m Höhe erhebt, sowie zahlreichen, erstere umgebenden Inseln und Inselchen. Sie liegt auf 49° südlicher Breite und 69° östlicher Länge von Greenwich.

mit dieser Aufgabe des Schiffes eine auf 2 Jahre bemessene Studienreise zur Erforschung der Meere im Dienste der Wissenschaft und der Schifffahrt. Eine Anregung zu dieser Reise und vielleicht auch zu dem entsprechenden Passus in der Denkschrift von 1872 dürfte unter Anderem auch die zu gleichen Zwecken 1872 unternommene 3jährige Reise der englischen Fregatte Challenger gegeben haben. Es ist mit Freuden zu begrüßen, daß die Marine des deutschen Reiches dieser Ehrenpflicht civilisirter Nationen bei erster sich bietender Gelegenheit entsprach.

S. M. S. „Gazelle“ trat im Juni 1874 die Ausreise von Kiel unter dem Kommando des Kpt. z. S. Frhr. v. Schleinitz an und begab sich zunächst in den südatlantischen Ocean, um hier die auf das Profil dieses Meeres bezüglichen Untersuchungen des „Challenger“ zu ergänzen. Von dort suchte sie die Kongomündung auf, stellte unterwegs magnetische Beobachtungen an, vervollständigte die Kenntniß der Aequatorial- und Guinea-Strömung und steuerte über Kapstadt den Kerguelen zu, wo sie Ende Oktober eintraf. Die Mitglieder der Venusexpedition schifften sich hier aus und errichteten ihre Beobachtungsstation an Land. Die Beobachtung glückte, die erforderlichen, genauen Ortsbestimmungen hielten aber die Expedition noch bis zur Mitte des Februar dort fest. Dann lief S. M. S. „Gazelle“ Mauritius an, setzte die Venusexpedition daselbst ab und richtete ihren Kurs nach dem Sunda-Archipel und Australien. Ueber die Südsee-Inseln und durch die Magelhaenstraße kehrte das Schiff im Mai 1876 nach 23monatiger Abwesenheit nach Kiel zurück mit einer reichen Ausbeute an wissenschaftlichem Material, dessen Sichtung und Verwerthung eine jahrelange Arbeit erforderte.

1875 hatte die Flotte die Ehre, von S. M. dem Kaiser besichtigt zu werden. Auf der Rhede von Warnemünde waren am 22. September die Panzerschiffe „König Wilhelm“, „Kronprinz“, „Kaiser“, „Hansa“ und der Aviso „Falke“ sowie die Segelschulschiffe „Niobe“, „Rover“, „Musquito“, „Undine“ versammelt. Die Besatzungen zählten insgesammt 2862 Köpfe. S. M. der Kaiser hatte sich mit den Fürstlichkeiten und den Königlichen Prinzen auf der „Grille“ eingeschifft und ließ sich eine Gefechtsübung vorführen.

Ganz besondere Anforderungen stellte das Jahr 1876 an Personal und Material der Marine. Die politischen Verhältnisse zwangen nämlich zu einer außergewöhnlichen Machtentfaltung in den verschiedensten Theilen des Erdballs.

In China bildete das Piratenwesen nach wie vor eine Plage, welche dem europäischen Handel in nicht länger zu duldender Weise Abbruch that. Da die chinesische Regierung diesem Unwesen trotz aller Mahnung nicht mit der erforderlichen Energie entgegentrat, beschlossen die geschädigten Nationen, durch eine Flottendemonstration auf die Staatsmänner des himmlischen Reiches einzuwirken. Das deutsche Reich betheiligte sich an diesem Unternehmen mit einem

5*

Geschwader, das aus 2 gedeckten Korvetten, zwei Glattdeckskorvetten und zwei Kanonenbooten bestand.[15])

Die Ermordung des deutschen Konsuls in Saloniki, welcher dem muselmanischen Fanatismus zum Opfer fiel, und die Gefahr, in welcher sich darob sämmtliche im Orient lebenden Deutschen befanden, veranlaßte die sofortige Hinaussendung des aus 4 Panzerfregatten und einem Aviso bestehenden Uebungsgeschwaders. Zu diesem stießen noch 1 Korvette und 2 Kanonenboote, so daß die deutsche Seemacht in der Levante durch 8 Schiffe und Fahrzeuge vertreten war.[16]) Die Aufgabe dieses Geschwaders konnte selbstverständlich nicht die sein, kriegerische Verwickelungen mit der Türkei auszufechten, sie bestand vielmehr nur darin, an dem Orte, an welchem man eine so beleidigende Nichtachtung des deutschen Reiches gezeigt hatte, einen Begriff von der möglichen Machtentfaltung desselben zu geben, und gleichzeitig einen leisen Druck im Sinne baldiger Sühne auszuüben. Beides wurde in vollem Maße erreicht und schon im August konnten 2 der Panzerschiffe nach Hause beordert werden.

Während diese zwei Geschwader und außer ihnen noch S. M. S. „Victoria" auf der westindischen Station im Auslande thätig waren, beanspruchte der regelmäßige Ausbildungsdienst in der Heimath die Indiensthaltung weiterer 6 Schiffe.[17]) Im Ganzen waren in jenem Sommer 25 Schiffe und Fahrzeuge in Thätigkeit mit 5600 Mann Besatzung.

Solchen Anforderungen konnte nur vorübergehend Genüge werden, wenn die Kriegstüchtigkeit und Brauchbarkeit der Flotte darunter nicht leiden sollte. Daß den Besatzungen der Schiffe und voran den Offizieren und Unteroffizieren unter solchen Verhältnissen nicht die nöthige Erholung zu Theil werden kann, deren sie nach anstrengenden Indiensthaltungen und den mannigfaltigen Schädlichkeiten überseeischer Reisen dringend bedürfen, damit ihre Leistungsfähigkeit und Thatkraft nicht vor der Zeit erlahmen, liegt auf der Hand. Ein weiterer Nachtheil aber, für den Laien zwar weniger in die Augen springend, für die Kriegstüchtigkeit einer Marine indeß mindestens so schwerwiegend, wie der vorige, ergiebt sich daraus, daß die zur gründlichen Ausbildung des Personals planmäßig und systematisch durchzuführenden Uebungen in den vielerlei Disciplinen des See-

[15]) Die gedeckten Korvetten „Hertha" und „Vineta", die Glattdeckskorvetten „Ariadne und „Luise", die Kanonenboote „Nautilus- und „Cyklop". Zusammen 58 Geschütze und 1379 Mann. Den Oberbefehl führte Kpt. z. S. Graf v. Monts.

[16]) Die Panzerfregatten „Kaiser", „Deutschland", „Friedrich Carl", „Kronprinz", der Aviso „Pommerania", die Glattdeckskorvette „Medusa", die Kanonenboote „Meteor" und „Komet". Zusammen 67 Geschütze, 2622 Mann. Geschwaderchef: Kontre-Admiral Batsch.

[17]) Das Linienschiff „Renown", die Segelfregate „Niobe", die Glattdeckskorvette „Nymphe", die Segelbriggs „Musquito" und „Undine", der Aviso „Loreley" mit insgesammt 1400 Mann Besatzung.

kriegshandwerks Einbuße erleiden, wenn sie fortgesetzt hinter andere Aufgaben zurücktreten müssen. Schließlich ist daran zu erinnern, daß auch das Material sich abnutzt und von Zeit zu Zeit einer gründlichen Revision und Instandsetzung bedarf. Diese Reparaturzeiten können nur unter Beeinträchtigung der Dienstbrauchbarkeit des Materials aufgeschoben, oder wesentlich verkürzt werden. Es ist deshalb nöthig, eine hinreichende Reserve an Personal und Material lediglich für die Friedensthätigkeit der Marine, ohne Rücksicht auf die Bedürfnisse eines Krieges bereit zu stellen. Das Beispiel des Jahres 1876 giebt außerdem den Beweis, daß der Umfang der Marine damals noch keineswegs den stetig und rasch wachsenden Handels- und politischen Interessen des Reiches entsprach.

Am 23. April 1877 trat S. Kgl. Hoheit Albert, Wilhelm, Heinrich, Prinz von Preußen in den Dienst der Kaiserlichen Marine, Es war das erste Mal, daß ein königlicher Prinz in der deutschen, oder preußischen Marine seine militärische Laufbahn begann. Seit jenem Tage hat Prinz Heinrich alle Dienstgrade und Zweige seines Berufes bis zu der Stellung, die er heute in der Marine bekleidet, in der üblichen Reihenfolge durchgemacht und so den Dienst von der Pike auf kennen gelernt.

Das nächste Jahr brachte der Marine abermals eine Veranlassung zu kriegerischen Maßnahmen gegen einen der mittelamerikanischen Staaten. Dieses Mal war es Nicaragua, das seinen Verpflichtungen gegenüber einem deutschen Kaufmanne, der zugleich Konsul des Reiches war, nicht nur nicht entsprach, sondern sogar seinem Gläubiger, als er drängte, mit Gewalt begegnete. In Panama wurde ein Geschwader aus zwei gedeckten Korvetten und einer Glattdeckskorvette[18]) unter dem Befehl des Kpt. z. S. v. Wickede zusammengezogen. Im März trafen die Schiffe im Hafen von Corinto ein und am Tage nach der Ankunft wurden zwei Offiziere mit einem an die Regierung gerichteten Ultimatum nach Managua geschickt. Der Geschwaderchef verlangte in diesem binnen 24 Stunden: „Zahlung der beanspruchten 30 000 Dollars, Bestrafung der Beamten, welche gegen den deutschen Konsul Gewalt gebraucht hatten und Salutiren der deutschen Flagge." Für den Fall der Nichtbewilligung dieser Forderungen hatte man die umfassendsten Vorbereitungen zur Ausschiffung einer starken Landungs-Abtheilung und zum Vorgehen derselben gegen die Hauptstadt getroffen. Ein solches Einschreiten wurde aber nicht erforderlich, da die Regierung von Nicaragua die gestellten Bedingungen, wenn auch zögernd, so doch vollständig erfüllte.

Im Herbste dieses Jahres trat Prinz Heinrich eine zweijährige Reise um die Erde an Bord der gedeckten Korvette „Prinz Adalbert" an.

Für das heimische Uebungsgeschwader, das früher nur während der Sommermonate in Dienst gehalten wurde,[19]) waren im

[18]) Die gedeckten Korvetten „Leipzig", „Elisabeth" und die Glattdeckskorvette „Ariadne".

Sommer 1878 die 4 Panzerfregatten „König Wilhelm“, „Preußen“, „Friedrich der Große“, „Großer Kurfürst“ und der Aviso „Falke“ in Dienst gestellt worden. Der Geschwaderchef, Kontre-Admiral Batsch hatte seine Flagge auf dem „König Wilhelm“ gesetzt. „Friedrich der Große“ lief gelegentlich seiner Ueberfahrt von Kiel nach Wilhelmshaven im großen Belt durch Verschulden des Lootsens auf eine Untiefe und verletzte sich dabei derart, daß er zur Reparatur nach Kiel zurückkehren mußte. Lootsen werden heute von deutschen Kriegsschiffen für das Passiren der Belte nicht mehr gebraucht, die Kenntniß der Gewässer hat sich gegen jene Zeit derart verbessert, daß die Durchfahrt ganzer Geschwader, selbst bei Nacht, keine allzugroßen Schwierigkeiten mehr bietet.

Der Aviso „Falke“ mußte einer Maschinen-Reparatur wegen in Wilhelmshaven zurückbleiben, und so ging das Geschwader, das nur aus 3 Schiffen bestand, am 29. Mai der erhaltenen Segelordre gemäß nach Gibraltar in See. Am Vormittage des 31. Mai befand es sich bei klarem Wetter und spiegelglatter See im englischen Kanal auf der Höhe von Folkestone.[20]) Die Schiffe dampften mit einer Geschwindigkeit von 9 Knoten in Doppelkiellinie.[21]) In dieser Formation fuhr das Flaggschiff „König Wilhelm“ voran, in seinem Kielwasser[22]) in 400 m Abstand folgte „Preußen“, während „Gr. Kurfürst“ an der Steuerbord[23])-Seite vom Flaggschiff, schräg rückwärts in 100 m Entfernung von diesem, seinen Posten hatte. Ob das letztere Schiff sich zu dieser Zeit thatsächlich genau in der ihm zukommenden Position befand, ist nicht mit Sicherheit anzugeben. Der geringe Abstand[24]) von 100 m war nicht der normale. Er war vom Geschwaderchef gewählt worden, um den Raum, welchen das Geschwader beanspruchte, in dem vielbefahrenen Gewässer bei Dover zu verringern. Auch wird bei hinreichend ausgebildetem Personal die Kollisionsgefahr etwaiger Ausweichemanöver und Kursänderungen durch ein engeres Zusammenhalten der Schiffe im Allgemeinen nicht vergrößert, sondern im Gegentheil vermindert.

[19]) Während es jetzt das ganze Jahr in Thätigkeit bleibt.

[20]) Bei Dover.

[21]) Doppelkiellinie bezeichnete eine Formation, in welcher die Schiffe in zwei Reihen nebeneinander fuhren, wobei die Schiffe der einen Reihe sich in Höhe der Zwischenräume der andern Reihe hielten.

[22]) „Im Kielwasser folgen“ heißt: denselben Weg durch das Wasser nehmen, wie das voranfahrende Schiff.

[23]) Die rechte Seite des Schiffes, wenn man, auf dem Schiff befindlich, sich dem Vordertheil desselben zuwendet.

[24]) Die Abstände werden von Schiffsmitte zu Schiffsmitte gemessen, so daß die Zwischenräume zwischen den Außenwänden der Schiffe immer geringere sind als die angegebenen Abstände. In der Kiellinie d. h. wenn ein Schiff vor dem anderen fährt, liegt beispielsweise in dem Abstand die halbe Länge von jedem der beiden Schiffe. „König Wilhelm“ ist ca. 110 m lang.

Gegen 10 Uhr Vormittags wurde es erforderlich, zwei Segelschiffen, welche sich an Steuerbord vom Geschwader 2—3 Strich[25]) von vorn in 6—800 m Abstand befanden, auszuweichen.[26]) Fast gleichzeitig legten „Großer Kurfrüst“ und „König Wilhelm“ das Ruder[27]) nach Stbd. und drehten in Kürze soweit nach rechts, daß ihre Kielrichtung hinter den Segelschiffen vorbeiführte. Bei diesem Manöver war das auf dem inneren Bogen laufende Schiff, „Gr. Kurfürst“, natürlich in eine Position gekommen, welche vom „König Wilhelm“ gesehen als „an Stbd. schräg nach vorn“ bezeichnet werden mußte. „Großer Kurfürst“, der für das Ausweichemanöver hinreichend weit gedreht hatte, begann in der neuen Richtung gerade aus zu steuern, während „König Wilhelm“, entweder, weil das Kommando zum Backbordlegen[28]) des Ruders von den Leuten falsch ausgeführt wurde, oder weil das Ruder, ein Balanceruder,[29]) von vornherein zu stark nach Steuerbord gelegt worden war, sich mit seinem Vorsteven[30]) rasch der Backbord-Seite des ersteren Schiffes näherte.

Der Kommandant des „Großer Kurfürst“ erkannte sofort die Gefahr und ließ von Neuem nach Steuerbord drehen und die Maschine mit äußerster Kraft arbeiten, um so dem drohenden Zusammenstoße zu entgehen. Auch auf dem „König Wilhelm“ ergriff man die erforderlichen Maßregeln, um die Wirkung eines Zusammenstoßes abzuschwächen und ließ die Maschine rückwärts gehen; vermeiden ließ sich die Kollision bei der Nähe der Schiffe nicht mehr, und der Sporn des mächtigen „König Wilhelm“ drang dem „Großer Kurfürst“ in die Seite. Der Stoß, welcher das gerammte Schiff hinter der Mitte getroffen hatte, war so stark, daß die Drehung nach Steuerbord, in welcher es sich befand, aufgehoben wurde und „Großer Kurfürst“ etwas nach Backbord zurück drehte.

Unmittelbar nach der Collision begann „Großer Kurfürst“

[25]) Ein Strich ist der 32. Theil eines Kreisbogens = 11¼ Grad.

[26]) Jedes Dampfschiff ist gesetzlich verpflichtet jedem Segelschiff auf See auszuweichen.

[27]) „Ruder“ heißt in der Seemannssprache das Steuerruder des Schiffes. Die Ruder, mit denen kleinere Fahrzeuge fortbewegt werden, nennt der Seemann „Riemen“. Wird das Ruder nach Steuerbord, d. h. nach rechts gelegt, so weicht das Schiff von seiner bisherigen Fahrtrichtung nach rechts ab.

[28]) Backbord heißt die linke Seite des Schiffes. Das Ruder Backbord legen heißt das Steuer nach links drehen, damit das Schiff entweder eine Drehung nach rechts, wenn es sich in einer solchen befand, wie hier, aufgiebt, oder damit es nach links von der bisherigen Fahrtrichtung abweicht.

[29]) Ein Ruder, dessen Drehachse nicht an der vordersten Kante seiner wirksamen Fläche, sondern hinter dieser etwa auf ⅓ von vorn liegt, heißt Balanceruder. Ein Balanceruder läßt sich schneller als ein gewöhnliches Ruder aus Mittellage nach der Seite legen, aber langsamer nach der Mittellage zurück.

[30]) Vorsteven heißt das vorderste Verbandstück eines Schiffes an welchem beide Schiffsseiten zusammenstoßen.



in Folge des in Menge, durch die mehrere Quadratmeter große Verletzung der Außenhaut, in das Schiff stürzende Wasser sich nach Backbord überzulegen und es war zu erkennen, daß das Schiff sinken würde. Der Kommandant, Kpt. z. S. Graf v. Monts, machte den Versuch, das Schiff auf den Strand zu setzen, aber die Bedienung der Maschine mußte des eindringenden Wassers wegen bald aufgegeben werden und man konnte nur noch versuchen, möglichst Viele von der Besatzung zu retten. Die eigenen Boote konnten dazu nicht benutzt werden, weil sie theilweise durch den „König Wilhelm" fortgerissen, anderentheils aber in Folge der Krängung[31]) nicht zu Wasser gebracht werden konnten. Man warf deshalb alle Gegenstände, die einige Tragkraft im Wasser besaßen, über Bord, damit die Schiffbrüchigen sich an ihnen halten könnten, bis die Boote des „König Wilhelm" und der „Preußen" herangekommen sein würden. 15 Minuten nach dem Zusammenstoße kenterte[32]) das Schiff und sank. 269 Personen, darunter 4 Seeoffiziere, 1 Maschineningenieur, 1 Unterzahlmeister und 1 Kadett, fanden den Seemannstod, während 218, darunter der Kommandant, der seinen Platz auf der Brücke[33]) bis zuletzt behauptet hatte, von den Booten der anderen beiden Schiffe und englischen Fischerbooten gerettet wurden.

Es war ein um so herberer Verlust, als die Männer, die hier geendet, nicht den entfesselten Elementen zum Opfer gefallen waren, wie jene des Schooners „Frauenlob" und der Korvette „Amazone". Mögen Irrthümer, unglückliche Zufälligkeiten, Mißverständnisse, falsche Entlschlüsse im entscheidenden Augenblicke und dergleichen mehr die Katastrophe herbeigeführt haben, es kann weder unsere Aufgabe sein, ihnen nachzuforschen, noch wird es je gelingen, ähnliche Vorkommnisse für die Zukunft unmöglich zu machen, wie das Beispiel der englischen Schiffe „Camperdown" und „Victoria" gezeigt hat. Da wo an die menschliche Leistungsfähigkeit die höchsten Anforderungen gestellt werden müssen, wie beispielsweise im Kriegsschiffsdienst, wird auch stets die Gefahr eines Versagens am größten sein.

Die gefundenen Leichen wurden auf dem Kirchhofe von Folkestone beerdigt und die Begräbnißstätte durch ein Denkmal geziert.

„König Wilhelm" war durch die Kollision am Vorschiff derart beschädigt, daß er zu einer vorläufigen Reparatur Portsmouth aufsuchen mußte, bevor er nach Wilhelmshaven zurückkehren konnte. Durch die Beschädigungen dieses Schiffes machte man die Erfahrung, daß nur ein sehr stark gebauter Bug[34]) im Stande sei, einen Rammstoß[35]) ohne große Gefahr für das rammende Schiff auszuführen.

[31]) Mit „Krängung" bezeichnet man das Ueberneigen des Schiffes nach einer Längsseite.

[32]) Kentern heißt nach der Seite umfallen.

[33]) Eine Brücke, welche quer über das Schiff gebaut ist, von welcher aus das Schiff geleitet wird.

[34]) Der vorderste Theil eines Schiffes.

Aus den Ereignissen des Jahres 1878 bleibt noch zu verzeichnen, daß die Mitglieder des Bundesrathes und Reichstages, unter Führung des Chefs der Admiralität, die Reichs-Kriegshäfen, sowie die ganze Küste bereisten.

Der Krieg zwischen Peru und Chile veranlaßte 1879 die Entsendung der Panzerkorvette „Hansa" und der Glattdeckskorvette „Freya" an die südamerikanische Westküste zum Schutze der umfangreichen, dortigen Interessen deutscher Kaufleute. Wie seiner Zeit Kpt. z. S. Werner bei Malaga, so fand hier Kpt. z. S. Heusner vor Callao Gelegenheit, die Stadt vor einem Bombardement zu bewahren. Den Chilenen war es nach tapferer Gegenwehr gelungen, sich des peruanischen Panzers „Huascar" zu bemächtigen und sie machten alsbald Miene, Callao zu beschießen. Der deutsche Commandant verbat sich indeß so energisch die Ausführung dieses Vorhabens, daß man schließlich davon absah. Ebenso erreichte er die Rückgabe eines unrechtmäßiger Weise von den Chilenen mit Beschlag belegten, deutschen Dampfers.

Das Panzergeschwader, das in diesem Jahre aus den Panzerfregatten „Friedrich Carl", „Kronprinz", „Friedrich der Große" und „Preußen" bestand, wurde auf der Rhede von Neufahrwasser bei Danzig durch S. M. den Kaiser besichtigt. Im folgenden Jahre erhielt S. Kais. Hoheit der Kronprinz des deutschen Reiches von S. M. dem Kaiser den Auftrag, zu einer eingehenden Besichtigung, die sich nicht nur auf die Uebungen des Geschwaders, sondern unter Anderem auch auf die noch neue Waffe des Fischtorpedos erstreckte.

Das deutsche Reich betheiligte sich durch Entsendung der Korvette „Victoria" an der internationalen Flottendemonstration, welche die Türkei zur Abtretung des Hafens von Dulcigno an Montenegro veranlassen sollte. Nach Erledigung dieser Aufgabe ging das genannte Schiff an die Liberianische Küste zur Bestrafung der schwarzen Einwohner des Dorfes Nanakru wegen Ausplünderung eines daselbst gestrandeten Dampfers. Es wurde den Negern im März 1881 dadurch eine Lehre gegeben, daß ein ausgeschifftes Landungskorps den aus circa 60 Häusern bestehenden Ort niederbrannte und durch Verwüstung von Anpflanzungen und Zerstörung von Canoes die Strafe empfindlicher zu machen suchte. Es bleibt dieses im Allgemeinen die einzig mögliche Strafe, wilden Völkern gegenüber, da es besonders in bewaldeten Gegenden selten gelingt, eine hinreichende Anzahl von Gefangenen zu machen, um dadurch einen Druck in dem gewünschten Sinne ausüben zu können.

Die kaiserliche Yacht „Hohenzollern" diente am 8. September 1881 einem Zusamentreffen des deutschen und des russischen Kaisers in der Danziger Bucht. Dieser Zusammenkunft wohnte der Reichskanzler Fürst Bismarck bei. Kaiser Wilhelm begab sich von hier

*) Rammen heißt: ein Schiff oder einen anderen Gegenstand mit einem Schiff anrennen.

zu den Manövern des IX. Armeekorps nach Holstein und besichtigte bei dieser Gelegenheit abermals seine Flotte im Hafen von Kiel. Das Ergebniß der vorgeführten Uebungen war derartig, daß ein allerhöchster Erlaß die vortreffliche Verfassung des Uebungsgeschwaders, sowie aller anderen Marinetheile, hervorhob und in Anerkennung der Verdienste des Chefs der Admiralität um die Fortentwicklung der Marine diesen durch Verleihung des hohen Ordens vom schwarzen Adler auszeichnete.

Ein ähnlicher Vorfall wie derjenige, welcher zum Einschreiten gegen Nanacru geführt hatte, bewog S. M. S. „Hertha“ 1882 gegen das Negerreich Dahome vorzugehen. Zu Gewaltmaßregeln kam es indeß nicht, da die Neger rechtzeitig einlenkten. Die Kanonenboote „Habicht“ und „Möwe“ machten sich gelegentlich der egyptischen Unruhen und des Bombardements von Alexandrien durch Besetzung des deutschen General-Konsulats und des deutschen Hospitals nützlich und führten mehr als 150 deutsche und österreichische Flüchtlinge von Ismailia nach Port Said über.

Kpt. z. S. v. Blanc erledigte mit den Korvetten „Stosch“, „Elisabeth“ und dem Kanonenboot „Pfeil“ in Amoy in China in einfacher und energischer Weise einen Fall, welcher bereits längere diplomatische Verhandlungen veranlaßt hatte. Die chinesische Zollbehörde hatte nämlich Zuckersiedepfannen eines deutschen Unternehmers, der auf Formosa eine Zuckerfabrik anzulegen beabsichtigte, unter dem Vorwande mit Beschlag belegt, daß die chinesische Regierung auf der genannten Insel ein diesbezügliches Monopol besitze. Die deutsche Vertretung in Peking hatte zwar den Befehl zur Freigabe der Pfannen erlangt, die chinesische Behörde in Amoy ignorirte diese Verfügung indeß. Kpt. z. S. v. Blanc ließ deshalb landen, die Straßen vom Zollhause bis zum Hafen besetzen, das Zollhaus gewaltsam öffnen und die umstrittenen Pfannen in das deutsche Konsulat, das auf einer Insel im Hafen lag, bringen. Obgleich Amoy damals mehr als 100 000 Einwohner, eine entsprechende Garnison, Küstenwerke und Kanonenboote hatte, wagte man gegen dieses Verfahren chinesischerseits nichts einzuwenden.

Im Dienste der Wissenschaft brachte S. M. S. „Moltke“ in diesem Jahre eine Anzahl Gelehrter nach Süd-Georgien[36]) zur Beobachtung eines Venusdurchganges. Durch S. M. S. „Marie“ wurde die Expedition nach Jahresfrist von dort wieder abgeholt.

Am 20. März 1883 wurde der Chef der Admiralität, General der Infanterie von Stosch in Genehmigung seines Abschiedsgesuches von seiner bisherigen Stellung entbunden und zur Disposition gestellt. Zu seinem Nachfolger im Amte wurde der Generalleutnant v. Caprivi ernannt.

[36]) Süd-Georgien im südlichen Eismeer unter 54° südlicher Breite, östlich der Südspitze von Süd-Amerika, 4075 Quadratkilometer groß und bis zu 2000 m hoch.

Von der Entwickelung, welche die Marine unter der Leitung des Generals von Stosch genommen hatte, ergiebt eine Denkschrift vom Juli 1883 ein anschauliches Bild. Sie sollte über die Ausführung des Flottengründungsplanes von 1873 Rechenschaft geben und enthält so charakteristische Angaben von allgemeinem Interesse, daß ihr im Folgenden ein breiterer Raum gewidmet werden soll.

Ueber den Schiffsbestand der Marine führt die Denkschrift unter Anderem aus: Die Zahl von 8 Panzerschiffen, die nach dem Flottengründungsplan von 1873 vorhanden sein sollte, war wegen des im Jahre 1878 erfolgten Unterganges der Panzerfregatte „Großer Kurfürst" nicht erreicht worden. Einen Ersatzbau hatte man von den gesetzgebenden Körperschaften noch nicht gefordert, weil der Reichstag einen Ersatzbau für das ausrangirte Panzerfahrzeug „Prinz Adalbert" verweigert hatte und eine größere Forderung der Marineleitung daher aussichtslos erschien. Die 6 Panzerkorvetten waren vorhanden bis auf die letzte, deren Bau wegen dringenderer Arbeiten von 1877—1883 verschoben worden war. An Stelle der fünf Monitors des Flottengründungsplanes hatte man 13 Panzerkanonenboote gebaut, die man für besser befähigt hielt, die Jade-, Weser- und Elbmündungen zu vertheidigen. Auf den Bau von 2 schwimmenden Batterien war mit Rücksicht auf die inzwischen eingetretene Entwickelung des Fischtorpedos verzichtet worden. Von den geplanten 20 Korvetten blieb noch eine zu vollenden. An der Zahl der Torpedofahrzeuge fehlten noch 8 große und 9 kleine Boote. Die erstere Art hatte man nicht weiter gebaut, weil die Vervollkommnung der Torpedowaffe es zweckmäßiger erscheinen ließ, alle Schiffe mit dieser Waffe auszurüsten. Einen vollständigen Ueberblick über den thatsächlichen Bestand der Flotte giebt die Denkschrift deshalb nicht, weil eine tabellarische Uebersicht über die Kondemnirung alter Schiffe und die ausgeführten Ersatzbauten fehlt.

Vom Auslande hatte die deutsche Marine sich bezüglich des Schiffbaues vollständig unabhängig gemacht. In der ersten Hälfte der 70er Jahre war man allerdings noch genöthigt gewesen, Panzerplatten aus England zu beziehen; seitdem es aber den Dillinger Hüttenwerken gelungen war, Panzerplatten, wie damals üblich, aus Walzeisen in vorzüglicher Beschaffenheit zu billigeren Preisen herzustellen als die englischen Fabriken es vermochten, hatte man die Schiffe vom Kiel bis zum Flaggenknopf aus deutschem Material erbauen können und dadurch dem Vaterlande viele Millionen Mark, die sonst in das Ausland gewandert wären, erhalten. Von höherer Bedeutung als diese letztere Thatsache, ist unseres Erachtens die durch das Vorgehen der Admiralität der deutschen Schiffbauindustrie und den mit ihr zusammenhängenden Erwerbzweigen zu Theil gewordene Förderung.

Der Entschluß, wie seine Durchführung, stellen ohne Frage ein großes Verdienst des Generals von Stosch dar. Eine gewisse Gefahr lag aber doch in einer so schnellen und so vollständigen Lossagung vom Auslande. Zum Bau eines Kriegsschiffes haben drei Faktoren zu-



sammen zu wirken: Der Seeoffizier, der Konstrukteur und der Erbauer. Alle drei bedürfen neben ihren theoretischen Kenntnissen, gewisser Erfahrungen und Anregungen, wenn das Kriegsschiff, das aus ihrem Zusammenwirken entsteht, den unaufhörlich fortschreitenden Anforderungen gewachsen sein und in der Leistungsfähigkeit nicht hinter denen anderer Nationen zurückstehen soll. Ob damals schon Erfahrungen und Anregungen auf allen Gebieten des Kriegsschiffbaues und der Kriegsschiffs-Verwendung in hinreichendem Maße am eigenen Material und in der eigenen Marine gesammelt werden konnten, erscheint zweifelhaft, und möglicherweise hat die Marine hier zu ihrem Nachtheile und gegen ihren Wunsch der Volksvertretung und der öffentlichen Meinung eine Konzession gemacht. Gewisse Schiffstypen jener Zeit lassen darauf schließen. Daß unsere heutige Marineverwaltung fremde Anregungen nicht verschmäht, dafür spricht die Beschaffung des Torpedodivisionsbootes „D 10“ in England.

Der Entwickelung des Torpedowesens widmet sich ein besonderer Theil der Denkschrift. Unter dem Namen Torpedowesen hatte man Anfangs der 70er Jahre alle unterseeischen Sprengwaffen zusammengefaßt, sowohl die defensiven Seeminen, wie die Angriffstorpedos. Erst allmählich trat eine vollständige Trennung ein, indem man die Seeminen dem Minenwesen und ihre Bedienung den Matrosenartillerie-Abtheilungen zuwies und für die Angriffstorpedos, die ihren alleinigen Vertreter in dem Fischtorpedo, oder kurzweg Torpedo, erhielten, besondere Organisationen errichtete. So wurden im Jahre 1877 die Torpedodepots zu Friedrichsort bei Kiel und zu Wilhelmshaven gegründet, 1876 ein Torpedo-Personal zur Verwaltung des Torpedomaterials, und 1879 ein Torpedo-Ingenieurkorps gebildet.

Der Torpedo war damals für die größten Schiffe eine tödtliche Waffe, die auch von kleinsten Fahrzeugen aus gehandhabt werden konnte. Dieser Umstand führte nicht nur zur Konstruktion besonderer Torpedofahrzeuge, deren Stärke, außer in dem Torpedo selbst, in ihrer hohen Geschwindigkeit und verhältnißmäßigen Kleinheit beruht, sondern er hatte auch so lange eine starke Ueberschätzung der neuen Waffe überhaupt zur Folge, so lange sie den Abwehrmitteln weit voraus war. Aus jener Denkschrift ist diese Thatsache an mehreren Stellen zu entnehmen, und deutlich giebt sie sich in der Art der Ausführung des Flottengründungsplanes von 1873 zu erkennen. Aehnliche Erscheinungen werden sich jedes Mal wiederholen, wenn eine Waffe plötzlich ein zeitweiliges, beträchtliches Uebergewicht erlangt. Inzwischen ist das damalige Uebergewicht des Torpedos durch entsprechende artilleristische, schiffbauliche und taktische Maßnahmen ausgeglichen, ohne daß dieser neuen Waffe und besonders dem Torpedoboote eine hohe Bedeutung für die Kriegführung zur See abzusprechen wäre.

Auch der Bau von Torpedos, die der Idee nach von dem österreichisch-ungarischen Fregattenkapitän Lupis erfunden und von

dem englischen Ingenieur Whittead zuerst hergestellt wurden, wurde bald von der deutschen Industrie aufgenommen und in der Folge stellte die Marine ihre Torpedos sogar ausschließlich in eigenen Werkstätten her[37]).

Die Marineetablissements zu Wilhelmshaven, Kiel und Danzig waren in dem letztverflossenen Jahrzehnt den gesteigerten Bedürfnissen der Flotte entsprechend ausgebaut, und erstere beiden durch starke Befestigungen geschützt worden. So weit die Denkschrift.

Die Zahl der Verordnungen und Bestimmungen war naturgemäß so groß geworden, daß der Rahmen einer kurzen Uebersicht über die Geschicke unserer Marine es nicht gestattet, des Näheren auf sie einzugehen. Es erübrigt das auch von dem Gesichtspunkt aus, daß es sich im Allgemeinen nur um Abänderung oder Erweiterung bereits vorhandener Einrichtungen und Bestimmungen handelte und die Zeit des organisatorischen Entstehens der Marine, wie weiter oben ausgeführt, in ihren Grundzügen bereits abgeschlossen war, als die Marine Eigenthum des Reiches wurde.

Der neue Chef der Admiralität fügte zu jener Denkschrift über die bisherige Entwickelung eine zweite, welche die weitere Entwickelung der Marine behandelte.

Die Frage, ob es sich empfehlen würde, die Grundlagen für eine solche wiederum auf einen längeren Zeitraum, etwa 10 oder 12 Jahre, festzulegen, will die Denkschrift offen lassen und räth insofern davon ab, als sie mehrere Gründe anführt, welche dagegen sprechen. Andererseits erkennt sie an, daß eine Schöpfung, wie die deutsche Marine nicht von der Hand in den Mund leben könne und sowohl die Ausbildung des Personals, wie der Schiffbau und die Entwickelung technischer Anlagen eine gewisse Kontinuität erforderen. Sie bezeichnet es daher als zweckmäßig, zunächst zu untersuchen, ob und welche Zweige der Marine etwa in der Entwickelung zurückgeblieben seien und wo neue Forderungen zu Tage träten, oder Fortschritte der Technik in andere Bahnen wiesen. Es komme deshalb weniger darauf an, den Blick in eine fernere Zukunft schweifen zu lassen, als vielmehr die in dem Zeitraume von drei oder vier Jahren erreichbaren, näheren Ziele bestimmter ins Auge zu fassen. Eine solche Spanne Zeit erscheint uns heute in dem Leben einer Marine allerdings außerordentlich kurz und es müssen ganz besonders ungünstige Verhältnisse ein solches Gefühl der Unsicherheit gezeitigt haben. Auch hiervon darf man einen großen Theil ohne Weiteres

[37]) Die Berliner Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vormals Schwartzkopff, hatte sich der Herstellung von Torpedos aus einem vorzüglich geeigneten Broncematerial gewidmet. Die Marine bezog jahrelang ihre Torpedos von dieser Firma bis sie allmählich die Fabrikaton selbst übernahm und heute alle Torpedos und Lancirvorrichtungen in ihrer Torpedofabrik zu Friedrichsort, die ganz von militärischem Personal geleitet wird, herstellt.



dem damaligen Entwickelungsstadium der Torpedo- und besonders der Torpedobootswaffe zuschreiben.

Die Denkschrift gliedert die Flotte nach dem Verwendungszweck in vier Gattungen von Schiffen und zwar in Schulschiffe, Schiffe für den politischen Dienst, Schlachtschiffe und Schiffe für die Küstenvertheidigung. Im Einzelnen führt sie aus:[38])

Zur Verwendung als Schulschiffe wird man im Allgemeinen solche Schiffe herunter rangiren, welche bisher noch kriegsbrauchbar gewesen sind.

Für die Erfüllung der Aufgaben des diplomatischen und handelspolitischen Dienstes sind die nicht gepanzerten Korvetten, Kanonenboote und Avisos bestimmt. Sie sind geeignet, die deutsche Flagge bei Ausübung der Polizei auf den Meeren zu betheiligen, dieselbe an den Gestaden fremder Welttheile zum Schutz deutscher Interessen, zur Hebung deutschen Nationalgefühls zu zeigen, und nöthigenfalls deren Ehre mit der Waffe zu vertreten. 20 Korvetten, 10 Kanonenboote und einige Avisos[39]) haben diesen Aufgaben bisher genügt und werden, auch wenn die Anforderungen in dieser Beziehung noch steigen, für die nächste Zukunft genügen.

Ohne Hintergrund von gepanzerten Schlachtschiffen, ohne die Sicherheit, in einer gesammelten, kampfbereiten Hochseeflotte nöthigenfalls ausgiebige Unterstützung finden zu können, würde ein der Weltstellung des deutschen Kaiserreiches angemessenes Auftreten jener Schiffe des politischen Dienstes auf die Dauer nicht gewährleistet sein. Man kann Panzer und schwere Artillerie außerdem da nicht entbehren, wo um die Beherrschung eines Meerestheiles gekämpft werden soll und einen solchen Kampf muß jede europäische Flotte im Auge haben, für ihn muß sie einen Theil ihrer Streitmittel zurichten, wenn sie überhaupt eine Flotte bleiben will. Eine Marine, die ihren Schwerpunkt auf, oder am Lande suchte, verdiente den Namen nicht mehr. Immer mehr hören die Meere auf, die Nationen zu trennen, und immer mehr scheint der Gang der Geschichte darauf hinzuweisen, daß sich ein Staat von der See nicht zurückziehen darf, wenn er auch über die nächste Zukunft hinaus sich eine Stellung in der Welt zu erhalten trachtet. Seeschlachten allein entscheiden nur selten über das Schicksal von Staaten und auf unabsehbare Zeiten hinaus liegt die Entscheidung jedes Krieges für Deutschland in seinem Landheere.

Trotz des Werthes, der einer gepanzerten Schlachtflotte in den vorstehenden Darlegungen der Denkschrift zugesprochen wird und trotzdem der Bestand an Panzerschiffen, den der Flottengründungsplan von 1873 für nöthig erachtet hatte, weder zahlenmäßig noch nach dem wirklichen Werthe der vorhandenen Schiffe erreicht

[38]) Das Folgende ist theilweise wörtlich der Denkschrift entnommen.

[39]) Der Flottengründungsplan von 1873 hatte für diesen Zweck schon 8 Kanonenboote mehr verlangt.

war, hält der Chef der Admiralität es für erforderlich, mit dem weiteren Bau von Panzerschiffen noch zu warten, bis über die Panzerkorvetten und Panzerkanonenboote hinreichende Erfahrungen gesammelt seien, so daß ein abschließendes Urtheil gefällt werden könne, ob es zweckmäßig sei, statt größerer Schlachtschiffe solche kleineren Typs zu bauen. Man müsse im Bau von Panzerschiffen um so vorsichtiger sein, als es noch andere Richtungen gäbe, in denen man mit Sicherheit Erfolge erwarten könne. Auch hier ist unseres Erachtens der unheilvolle Einfluß der Torpedoboots-Hoffnung und Furcht deutlich erkennbar, wenn daneben auch noch andere Gesichtspunkte in die Waage gefallen sein mögen.

Auffallend ist es auch, daß die Denkschrift nicht mit der Verwendung einer größeren Zahl Kreuzer als wichtigem und unentbehrlichem Bestandtheile der heimischen Schlachtflotte rechnete; sie würde sonst zu weit höheren Zahlen bei dieser Schiffsgattung gelangt sein. Unsere Kreuzer, die damals nicht schneller und zum großen Theil langsamer als die Linienschiffe waren, hätten allerdings der Flotte wenig nützen können.

Nachdem die Denkschrift festgestellt hat, daß für die nächsten 3 bis 4 Jahre eine Vermehrung von Schiffen der ersten drei Gattungen nicht erforderlich sei, erscheint ihr in Bezug auf das zur Küstenvertheidigung bestimmte Material eine zuwartende Stellung nicht länger ohne Gefährdung der nächstliegenden Interessen zulässig.

„Hier ist es das Torpedoboot, das namentlich in der Massenverwendung bei Nacht die Durchführung einer Blockade fast unmöglich machen wird. Jede Nacht würden die blockirenden Schiffe genöthigt sein, unter Dampf das Weite zu suchen. Ihr Kohlenverbrauch wird dadurch sehr gesteigert, die Anspannung der Besatzung wird bei unausgesetzter Wachsamkeit unerträglich werden und über Nacht werden die blockirten Häfen zugänglich sein. Selbst in Bewegung werden die blockirenden Schiffe Nachts nicht sicher sein, die Torpedoboote können ihnen folgen und werden an den Lichtern, die der Feind, wenn er im Geschwader fährt, nicht wird entbehren können, ihr Ziel erkennen. Die Torpedoboote sind eine Waffe, die dem auf der hohen See Schwächeren besonders zu Gute kommt. Andere Staaten besitzen bereits beträchtliche Torpedobootsstreitkräfte. Für die deutsche Marine werden 150 Torpedoboote für erforderlich gehalten, von denen demnächst 35 fertig sein werden."

Die hier wiedergegebenen Ausführungen der Denkschrift lassen die Gesichtspunkte erkennen, nach denen die Marineverwaltung in jener Zeit verfuhr und geben in der Ueberschätzung des Torpedoboots, wie sie schlagend aus allen Theilen der Denkschrift zu Tage tritt, und damals berechtigt war, für manche auffallenden Erscheinungen in der Entwickelung der Flotte jener Zeit eine natürliche Erklärung. —

Aus der Auslandsthätigkeit der Marine im Jahre 1883 ist das Eintreten des Kanonenbootes „Iltis" für deutsche Interessen zu registriren. Auf einer Insel der Pescadores-Gruppe an der chine-

sischen Küste war die deutsche Brigg „August“ gestrandet, und von chinesischem Gesindel alsbald ausgeplündert worden. Um diese Gewaltthat zu ahnden und den Geschädigten Ersatz auszuwirken, begab sich „Iltis“ an die Strandungsstelle. Hier wurde das Landungskorps ausgeschifft, um den chinesischen Beamten, an welche das Ersuchen um Bestrafung der Schuldigen gerichtet war, zu zeigen, daß man erforderlichenfalls zur Selbsthülfe schreiten werde. Im Laufe eines Tages wurden die Verhandlungen zu Ende geführt und die geforderte Sühne geboten.

Die gedeckte Korvette „Prinz Adalbert“ wurde nebst der Glattdeckskorvette „Sophie“ und dem Aviso „Loreley“ im November desselben Jahres dem Kronprinzen des deutschen Reiches zu einer Reise nach Spanien zur Verfügung gestellt. Nachdem S. Kais. Hoheit dem italienischen Königspaare einen Besuch abgestattet, und von dem italienischen Volke begeistert begrüßt worden war, schiffte er sich in Genua auf S. M. S. „Prinz Adalbert“ ein und begab sich mit dem kleinen Geschwader nach Valencia, vor dessen Hafen ein spanisches Geschwader aus 4 Schiffen die Kronprinzenstandarte begrüßte. Der Besuch am spanischen Königshofe zu Madrid geschah als Erwiderung jenes Besuches, den der König Alfons von Spanien dem deutschen Kaiser abgestattet hatte. Nach Beendigung desselben kehrte der Kronprinz an Bord desselben Schiffes nach Genua zurück.

Prinz Heinrich befand sich seit 1882 zu einer 2jährigen Kreuztour an der südamerikanischen Küste und in Westindien an Bord der Glattdeckskorvette „Olga“, wo er den Dienst eines wachhabenden Offiziers versah.

Im September 1883 holte die Glattdeckskorvette „Marie“, die im Vorjahre von S. M. S. „Moltke“ nach Süd-Georgien gebrachte wissenschaftliche Expedition von dort wieder ab und führte sie nach Montevideo über. Auf der weiteren Reise des Schiffes gerieth dasselbe in der Südsee unter so schwierigen Verhältnissen auf einem Korallenriff fest, daß nur der Umsicht und Entschlossenheit des Kommandanten wie dem vorzüglichen Bau des auf einer hamburgischen Privatwerft erbauten Schiffes die Rettung desselben zuzuschreiben ist.

S. M. S. „Sophie“ wurde im September 1884 während der Herbstübungen des heimischen Geschwaders von dem Dampfer „Hohenstaufen“ des Norddeutschen Lloyd in Folge Verschuldens des Kapitäns dieses Schiffes mit solcher Wucht gerammt, daß die Bordwand etwa einen Meter breit von oben bis tief unter die Wasserlinie aufgerissen wurde. Trotz dieses bedeutenden Lecks gelang es, das Schiff vor dem Sinken zu bewahren und in das Trockendock nach Wilhelmshaven zu bringen.

Ein anderer Schiffsunfall desselben Jahres hatte den Verlust der Segelbrigg „Undine“, die als Schiffsjungenschulschiff im nordatlantischen Ocean kreuzen sollte, zur Folge. Die Brigg befand sich unter dem Kommando des Korvetten-Kapitäns Cochius auf der

Reise von Frederikshavn nach dem englischen Kanal. Stürmisches und unsichtiges Wetter hatten seit zwei Tagen genaue Ortsbestimmungen unmöglich gemacht. Es wehte hart aus NW. und man steuerte bei hohem Seegange mit kleinen Segeln südwärts, da man sich von der jütischen Westküste hinreichend entfernt glaubte. Am Nachmittage des 27. Oktober gegen 2 Uhr ließ der Kommandant die Segel bergen und vor Top und Takel vor dem Winde lenzen.[40]) Zu dieser Zeit befand sich das Schiff der ferngeglaubten Küste schon so nahe, und zwar bei dem Dorfe Agger auf Jütland am Westeingang des Lijm-Fjord, daß diese Vorgänge von Land aus genau beobachtet wurden. An Bord der „Undine" sah man vor Gischt und Regen das Land nicht und lief so der drohenden Gefahr ahnungslos entgegen. Nach etwa einer Stunde erkannte man auch auf der Brigg die Küste. Es wurden sofort soviel Segel gesetzt, wie das Schiff bei dem Sturm nur tragen konnte und auf südwestlichen Kurs gegangen, um so von der Küste abzukommen. Es war indeß zu spät. Das Verhängniß kam unaufhaltsam näher und auch der Versuch, ihm mit nördlichem Kurse zu entgehen, brachte keine Rettung. So strandete „Undine" 4½ Uhr Nachmittags nur 250 m vom Strande entfernt auf sandigem Grunde inmitten tobender Brandung. Der festgefügte Bau des kleinen Schiffes hielt den wuchtigen Angriffen der Wogen Stand und so gelang es durch die stundenlangen und heldenhaften Bemühungen der dänischen Rettungsmannschaften, im Laufe der Nacht die gesammte Besatzung bis auf einen Mann, der bei dem Versuch, den Großmast zu kappen, fortgerissen wurde, mittelst des Raketenapparates zu retten. Das Schiff war indeß verloren.

Herber und schwerer war der Verlust, den die Marine im nächsten Jahre erlitt. S. M. S. „Augusta" verließ in der Nacht vom 1. zum 2. Juni den Hafen von Perim mit dem Befehl, nach Albany in Australien zu gehen. Seitdem blieb sie verschollen und man hat nie wieder etwas von ihr gehört, oder gesehen. Wahrscheinlich ist das Schiff einem Wirbelsturme, der in jenen Tagen im Golfe von Aden wüthete, zum Opfer gefallen. 9 Offiziere und 214 Mann hat das unglückliche Schiff mit sich zur Tiefe genommen. Zur selben Zeit verschwand auch der französische Kreuzer „Renard" in jener Gegend, so daß auch dieses Schiff wahrscheinlich demselben Orkane erlegen ist, wie die „Augusta".

Hatten sich die Schiffsunfälle in den Jahren 1884—85 auch auffallend gehäuft, so darf man nicht vergessen, daß die Zahl der jährlich im Dienst befindlichen Schiffe und ihrer Reisen schon beträchtlich war.

Ein neues Feld der Thätigkeit eröffnete sich der Marine in

[40]) D. h. das Schiff giebt seinen beabsichtigten Kurs auf, macht alle Segel fest, und läßt sich vom Winde nur durch den Widerstand den sein Oberbau und seine Takelage bieten so treiben, daß die Wellen den Schiffskörper in seiner Längsachse von hinten treffen.

diesen Jahren durch die Gründung der ersten deutschen Kolonieen. Der Zusammenhang zwischen Kolonialbesitz und Kriegsmarine ist ein so enger, daß an dieser Stelle, wenn auch nur mit wenigen Worten darauf eingegangen werden muß.

Eine Kriegsmarine bedarf eines gewissen Kolonialbesitzes in der Gestalt von Stützpunkten, die wie die englischen Flottenstützpunkte und Kohlenstationen ein Netz um den Erdball spinnen, wenn sie nicht im Falle eines Krieges mehr oder weniger von dem guten Willen anderer Nationen abhängig und in ihrer Verwendungsfähigkeit derart beschränkt werden soll, daß sie, weit davon entfernt eine wirksame Waffe zu sein, zu einer willkommenen Beute des Feindes wird.

Allerdings ist ein Kolonialbesitz, der sein Bestehen lediglich militärischen Interessen verdankt, im Allgemeinen ein Uebel, aber oft ein nothwendiges.

Wie die Wehrkraft zur See überseeischer Stützpunkte bedarf, wenn sie eine ersprießliche Thätigkeit in fernen Meeren entwickeln soll, so bedarf auch die wirthschaftliche und sittliche Thätigkeit eines Volkes, dem seine vier Wände nicht mehr genügen, überseeischer Stützpunkte, und diese stellen die eigentlichen und fruchtbringendsten Kolonieen dar. Auch zwischen diesen und der Kriegsmarine besteht die engste Beziehung; die Kolonieen bleiben nämlich so lange ein von anderen Nationen nur geduldeter Besitz, wie die Flotte nicht stark genug ist, die Wege zu ihnen auch mit Gewalt offen zu halten und ihre Küsten vor feindlichen Unternehmungen zu bewahren.

Die ersten Kolonieen des deutschen Reiches sollten ausschließlich, oder doch vornehmlich, friedlichen Zwecken dienen, und die Marine an sich gewann mit ihnen zunächst nur an neuen Pflichten. Nicht willkürlich und nicht plötzlich entschloß sich das junge Reich, in die Reihe der Kolonialmächte einzutreten. Das Bedürfniß hatte schon lange bestanden, aber die Macht, es zu befriedigen, hatte gefehlt.

Schon im Jahre 1874 hatte der Sultan von Zanzibar um das deutsche Protektorat für seinen Staat nachgesucht. Die deutsche Regierung hatte seinem Wunsche aber nicht Folge geben können. In demselben Jahre riß England die Fidschi-Inseln an sich und die Folgen dieser Besitznahme gefährdeten die deutschen Interessen in der Südsee so sehr, daß Deutschland sich entschloß, im Jahre 1876 durch den Kommandanten S. M. S. „Hertha", Kapitän z. S. Knorr, als Gegengewicht einen Freundschafts- und Meistbegünstigungsvertrag mit dem Oberhäuptling der Tonga-Inseln abzuschließen. Samoa hatte schon seit 1872 fortgesetzt der deutschen Regierung und der Marine zu schaffen gemacht, trotzdem war es ihm aber nicht beschieden, die erste deutsche Kolonialerwerbung zu werden. Das Reich war noch nicht so weit. Erst 1884 kam der Stein ins Rollen und in Südwestafrika blieb er liegen als erster Baustein deutschen Kolonialbesitzes.

Der bremische Kaufmann Lüderitz hatte 1883 einiges Land an der Bucht von Angra Pequena käuflich erworben

und beabsichtigte, seinen Besitz weiter auszudehnen. Er bat um die Unterstellung seines Privatbesitzes unter den Schutz des deutschen Reiches. Die Regierung ging auf seinen Wunsch ein, und am 7. August 1884 wurde das Gebiet nördlich des Oranjeflusses bis zum 26. ° S. Br., in einer Ausdehnung von 20 geographischen Meilen landeinwärts, förmlich unter den Schutz S. M. des deutschen Kaisers gestellt. Die gedeckten Korvetten „Leipzig" und „Hertha" waren dazu anwesend. Es wurde eine Ehrenkompagnie von 200 Mann gelandet, Kpt. z. S. Schering verlas eine Proklamation, worauf an Land die deutsche Flagge geheißt und von den Schiffen mit 21 Schuß Salut begrüßt wurde.

Das Kanonenboot „Wolf", welches bald danach eintraf, errichtete an mehreren Stellen der Küste Grenzpfähle und dehnte das Schutzgebiet bis zum Kap Frio aus.

Dieser ersten Erwerbung folgte alsbald die Besitzergreifung von Togo an der Guineaküste. Hier waren, wie so oft, Streitigkeiten der Eingeborenen die Veranlassung zu fortgesetzter Schädigung der Fremden und hier im Besonderen der Deutschen. S. M. S. „Sophie" griff im Februar 1884 in Klein-Popo energisch ein und schaffte für kurze Zeit Ruhe. Von Dauer konnte die Wirkung indeß solange nicht sein, wie man dort nicht der Herr im Hause war. Frankreich und England machten bereits Miene, in richtiger Erkenntniß der Verhältnisse, sich zu diesem Herrn aufzuwerfen, obgleich deutsche Interessen dort überwogen. Der Generalkonsul Dr. Nachtigall hatte sich im Auftrage der Reichsregierung in Lissabon an Bord des Kanonenbootes „Moewe" eingeschifft und traf am 4. Juli 1884 vor Bagida an der Togo-Küste ein. Da die Verhältnisse dort gerade bedrohliche waren, schloß er mit den eingeborenen Häuptlingen Schutzverträge ab, obgleich seine Instruktionen für diese Gegenden ein deutsches Protektorat nicht vorgesehen hatten. Am nächsten Tage wurde die deutsche Flagge mit den üblichen Feierlichkeiten in Bagida geheißt.[41]) Zwei Monate später geschah das Gleiche seitens der Korvette „Leipzig" in Porto Seguro.[42])

Im April des folgenden Jahres begann auch Frankreich seine Flagge an der Guineaküste zu heißen, und zwar zunächst in Groß-Popo und dann in Klein-Popo. Unmittelbar nachdem dieses geschehen, traf die Korvette „Bismarck" mit dem Kontreadmiral Knorr an Bord vor Klein-Popo ein. Da hier zunächst an der Sachlage nichts zu ändern war, dampfe „Bismarck" eiligst nach Porto Seguro weiter und es gelang dem Admiral, das französische Schiff, welches dort gerade die Tricolore entfalten wollte, durch den Hinweis auf die bereits früher seitens Deutschlands erfolgte Flaggenhissung von der Besitzergreifung

[41]) Trotzdem die formelle Besitzergreifung in Bagida einen Monat früher stattfand als in Angra Pequena, ist die thatsächliche Besitznahme von Südwest afrika doch vor derjenigen von Togo erfolgt. Schon im Juni hatte England die Schutzherrschaft Deutschlands über Angra Pequena anerkannt.

[42]) Gleichfalls an der Togo-Küste.

abzuhalten. Im December desselben Jahres einigten sich beide Länder über ihre Besitzungen an der Guineaküste. Klein-Popo ward deutsch, Groß-Popo blieb französisch.

Nachdem S. M. S. „Möwe" ,wie oben erwähnt, die deutsche Flagge in Bagida geheißt hatte, dampfte es nach Kamerun. Hier hatte sich seit dem Ende der sechziger Jahre das Hamburger Haus Woermann niedergelassen, dem später auch die Hamburger Firma Jantzen und Tormählen gefolgt war. Obgleich die englischen Firmen an Zahl bedeutender waren, schlossen die Häuptlinge Bell und Akwa mit den genannten Firmen einen Vertrag, durch welchen sie ihre Hoheitsrechte diesen übertrugen. Dr. Nachtigall stellte das Gebiet darauf unter den Schutz des deutschen Kaisers. Dieses geschah am 14. Juli und schon am 17. Juli traf das englische Kanonenboot „Flirt" mit dem Konsul Hewett an Bord ein, der Protest gegen die Besitzergreifung erhob. Aeußerlich hatte dieser Protest zunächst keine Wirkung. „Möwe" heißte alsbald auch in den übrigen wichtigeren Plätzen der Kamerunküste die deutsche Flagge.

In Kamerun brachen bald nach der Besitzergreifung durch das Reich, Unruhen unter den Schwarzen aus, die durch einzelne mit der neuen Ordnung der Dinge nicht zufriedene Engländer wahrscheinlich angestiftet und erwiesenermaßen gefördert wurden. Besonders waren es die Stämme Joß und Hickori, die sich unbotmäßig zeigten, während die Stämme Bell und Akwa ihrem Vertrage treu blieben. In Wilhelmshaven wurde deshalb ein Geschwader aus den gedeckten Korvetten „Bismarck" und „Gneisenau" sowie den Glattdeckskorvetten „Olga" und „Ariadne" unter dem Befehle des Kontreadmirals Knorr formirt und ging Ende Oktober nach Westafrika ab. Am 18. December 1884 trafen „Bismarck" und „Olga" im Kamerunfluß ein, und ankerten wegen der stellenweisen Seichtheit des Flusses in der Mündung, beträchtlich entfernt von den Ansiedlungen der Dualla-Stämme. Durch Besprechungen mit ansässigen Deutschen wurde festgestellt, daß eine Deutschland feindliche Partei unter den Schwarzen die gesammten Niederlassungen terrorisirte und 2 Tage vor dem Eintreffen des Geschwaders das Dorf des Häuptlings Bell niedergebrannt habe. Die Deutschen waren von Schwarzen verhöhnt und bedroht, die deutsche Flagge beschimpft und besudelt worden.

Der Geschwaderchef beschloß deshalb, am nächsten Tage 330 Mann mit 4 Geschützen zu landen, und gab dem Kommmandeur der Landungs-Division, Kpt. z. S., Karcher, den Befehl, Hickori-Dorf und Joß-Dorf mit Waffengewalt zu nehmen und ersteres niederzubrennen. Die als Rädelsführer bekannten Häuptlinge seien lebend oder todt aufzubringen. Die deutschen Kaufleute stellten zur Unterstützung der Expedition die beiden Küstendampfer „Dualla" und „Fan" zur Verfügung.

Als sich die Boote der Landungsdivisson dem an steilem, etwa 100 Fuß hohem, Flußufer gelegenen Joß-Dorf näherten, erblickte man daselbst eine weiße Flagge, deren Bedeutung den Farbigen nur durch

Weiße bekannt geworden sein konnte. Man fuhr zunächst an diesem Ort vorüber und wandte sich den weiter flußaufwärts gelegenen Dörfern Hickori und Alt-Bell zu, die nach kurzem Widerstande genommen und abgebrannt wurden. Der Kommandeur der „Olga“-Abtheilung erhielt hier die Nachricht, daß auf der anderen Seite des Flusses die Schwarzen soeben den deutschen Kaufmann Pantenius in seiner Faktorei überfallen und fortgeschleppt hätten. Er ließ deshalb seine Abtheilung sich sofort einschiffen und landete bald darauf in der Nähe von Joßdorf. Das steile, durch die Schwarzen vertheidigte Ufer wurde erstürmt. Da die Abtheilung aber nicht hinreichend stark war, um gegen das Dorf selbst vorzugehen, so erbat der Führer, Kptlt. Riedel, Verstärkungen von der „Bismarck“-Abtheilung. Gemeinsam mit diesen wurde dann auch Joßdorf genommen und hier fand man zum Erstaunen, daß der Ort nach der Landseite durch einen 2 Fuß tiefen und 4 Fuß breiten Schützengraben gesichert war. Auch das deutete auf eine Unterstützung der Schwarzen Seitens Weißer.

Die Deutschen hatten an diesem Tage einen Todten und 7 Verwundete; die Verluste der Dualla waren, wie sich später ergab, beträchtlich. Leider gelang es, weder den Agenten Pantenius zu befreien, noch wichtige Gefangene zu machen, weil das bewaldete Gelände ein rasches Entweichen der Schwarzen außerordentlich begünstigte. Pantenius war von 2 Schwarzen erschossen worden. Der eine der Mörder fiel den Deutschen später in die Hände und wurde standrechtlich verurtheilt und erschossen. Die Häuptlinge und Rädelsführer hatten sich theilweise in das Dickicht, theilweise auf den vielen und versteckten Wasserläufen geflüchtet, zum Theil waren sie von Engländern, wie in zwei Fällen erweisbar, versteckt worden. Diese offenbare Begünstigung der Eingeborenen durch Fremde veranlaßte Admiral Knorr, eine Bekanntmachung zu erlassen,, in der er alle Ruhestörer von welcher Nationalität sie auch seien, mit der Ausweisung bedrohte, solchen aber, die mittelbar oder unmittelbar an den Operationen der feindlichen Negerstämme Theil nähmen, die Behandlung als Feinde in Aussicht stellte.

Die aufrührerische Neigung war trotz der schnellen Waffenerfolge keineswegs mit einem Schlage zu ersticken. Sie flackerte vielmehr bald hier bald dort wieder auf und schien neue Nahrung aus der am 25. December erfolgten Ankunft des englischen Kanonenboots „Watchfull“ mit dem schon weiter oben genannten Konsul Hewett an Bord zu schöpfen. Um den Schwarzen einen besseren Begriff von der Ueberlegenheit und der Macht des Reiches zu verschaffen, verlegte der Admiral die „Olga“ flußaufwärts vor die Dörfer, wo sie gleichzeitig einen guten und bequemen Stützpunkt für die fortgesetzten Unternehmungen an Land bildete. Mehr noch als die für die Begriffe der Schwarzen erstaunlichen Abmessungen des Schiffes machten ihnen einige Granatschüsse der „Olga“, die gegen Hickori-Dorf verfeuert wurden, Eindruck.

Bis zum März war die Ruhe wieder hergestellt und nicht nur

die Eingeborenen, sondern auch alle Fremden in Kamerun hatten Gelegenheit gehabt, sich davon zu überzeugen, daß es dem deutschen Reiche durchaus Ernst damit sei, Herr in Kamerun zu sein und zu bleiben.

Dr. Nachtigall, der in sachverständigster, thatkräftiger Weise die deutschen Interessen wahrgenommen hatte, erkrankte um diese Zeit schwer an Malaria und verstarb am 20. März an Bord S. M. S. „Möwe“. Seine Leiche wurde auf Kap Palmas an der Guinea-Küste beigesetzt und später nach Kamerun übergeführt und dort begraben.

Im September 1884 wurde der Kolonialbesitz des Reiches durch die Einverleibung Neu-Guineas und des Bismarck-Archipels, dem später die Marschall-Inseln folgten, vermehrt. Die formelle Besitzergreifung nahm hier mehrere Monate in Anspruch wegen der Eigenart dieses ausgedehnten Inselgebietes. Den Anstoß zu dieser Erwerbung hatte die in Berlin gegründete Neu-Guinea-Kompagnie dadurch gegeben, daß sie den Reichskanzler ersuchte, ihr Unternehmen unter den Schutz des Reiches zu stellen. S. M. S. S. „Elisabeth“ und „Hyäne“ vollzogen die Flaggenhissung in der Südsee.

Einen Abschluß fand diese Epoche der Kolonialerwerbungen dadurch, daß im Februar 1885 der ostafrikanischen Gesellschaft, die in dem Zanzibar gegenüberliegenden Theile Ostafrikas circa 2500 Quadratmeilen Land zu Kolonisations- und Ansiedelungszwecken erworben hatte, ein kaiserlicher Schutzbrief ertheilt wurde. Allerdings ging es auch hier nicht ohne Schwierigkeiten ab. Der Sultan von Zanzibar Said Bargasch beanspruchte nämlich seinerseits ein Protektorat über diese Staaten und es bedurfte erst eines kräftigen Beweismittels in Gestalt eines vor seinem Palaste sich verankernden deutschen Geschwaders aus 5 gedeckten Korvetten, 1 Kanonenboot und 2 Tendern,[43]) um den Sultan von der Haltlosigkeit seiner Ansprüche zu überzeugen.

Vergeblich waren dagegen die damaligen Bemühungen um den Besitz der Karolineninseln. Sowohl Deutschland, wie auch England betrachteten diese Inselgruppe als herrenlos und Spanien hatte es nicht für nöthig befunden, gegen die Darlegungen des Bundesraths Kommissars von Kusserow im Reichstage über die Unabhängigkeit der Inseln, Einspruch zu erheben. Als sich aber die deutsche Regierung im August 1885 entschloß, die Inseln wegen der dort überwiegenden deutschen Interessen unter den Schutz des deutschen Reiches stellen, und diese Absicht der spanischen Regierung notificirte, erhob sich in Spanien ein Sturm der Entrüstung und man versuchte, sein älteres Recht durch verschiedene kleine Mittel zu beweisen. Mittelst telegraphischen Befehls wurde von Manila ein spanisches Kriegsschiff nach der Insel Yap entsandt, um von dieser vor den Deutschen Besitz zu ergreifen. Das spa-

[43]) Die gedeckten Korvetten „Bismarck“, Prinz Adalbert“, „Stosch“, „Elisabeth“, „Gneisenau“, das Kanonenboot „Möve“. Geschwaderchef Kontre-Admiral Knorr.

nische Schiff traf mit einem Leutnant, der zum Gouverneur ernannt worden war, am 21. August 1885 in Yap ein und begann eine Reihe von Vorbereitungen, von denen indeß keine als eine förmliche Besitzergreifung gelten konnte. Am 25. Nachmittags kam S. M. Kanonenboot „Iltis“, Kommandant Kplt. Hofmeyer, im Hafen von Yap an, schiffte sofort ein Detachement aus und heißte noch am selben Abende als Zeichen der formellen Besitzergreifung die deutsche Flagge an Land. Der deutsche Kommandant gab dabei bekannt, daß gleichzeitig alle Inseln zwischen dem Aequator und 11 Grad n. Br. sowie 133° und 146° östlicher Länge unter den Schutz des deutschen Reiches gestellt seien. Nachdem dieses geschehen, setzte er auch den spanischen Kommandanten, der 3 Tage mit nebensächlichen Vorbereitungen hatte verstreichen lassen, hiervon in Kenntniß. Obgleich für den Augenblick die Besitzergreifung durch Deutschland thatsächlich vollzogen worden war, gab Deutschland seine Ansprüche bekanntlich auf Grund des vom Papste gefällten Schiedsspruchs im December desselben Jahres wieder auf.

Aus den Ereignissen des Jahres 1886 ist nur der lebhaften und anstrengenden Thätigkeit des Kanonenbootes „Albatros“ in der Südsee zu gedenken, das mehrere Strafexpeditionen gegen räuberische Kanibalen durchführte und dessen Mannschaft dabei der Marine durch ihr tapferes und ausdauerndes Verhalten Ehre machte.

S. M. Panzerschiff „Friedrich Carl“ nahm in demselben Jahre an einer internationalen Flottendemonstration gegen Griechenland unter dem Oberbefehle des Herzogs von Edinburg Theil.

Am 3. Juni 1887 wurde endlich der Grundstein zu dem großen, maritimen Werk, das für die Wehrkraft des Reiches von hervorragender Bedeutung werden sollte, gelegt. Der die Nord- und Ostsee verbindende Kanal, der seit fast 40 Jahren geplant worden war, sollte jetzt zur Ausführung kommen. S. M. der deutsche Kaiser erschien dazu, um den feierlichen Akt persönlich zu vollziehen. In seiner Begleitung befanden sich Prinz Wilhelm und Prinz Heinrich von Preußen, welch letzterer damals Chef einer Torpedoboots-Division war. Mit mehr als 20 Schiffen paradirte die Flotte vor ihrem obersten Kriegsherrn und als ehrende Anerkennung für die Marine stellte Kaiser Wilhelm I. an diesem Tage den Obersten Prinzen Wilhelm von Preußen, Königliche Hoheit, à la suite des Seebataillons. Die donnernden Hurrahs, welche dem greisen Herrscher aus den jugendlichen Kehlen seiner blauen Jungens entgegenbrausten, klangen so stolz und freudig wie immer, es waren aber die letzten, die er von deutschen Matrosen hören sollte.

Der erste Kaiser des deutschen Reiches stand am Ende seines langen und für die Völker Deutschlands so gesegneten Wirkens. Wie seine Sorge für des Reiches Macht und Größe nie rastete, so war auch sein Bestreben, die Marine auf eine Höhe zu bringen, wie die Bedürfnisse des Reiches sie erheischten, stets das Gleiche geblieben. Mit ihm schließt ein Abschnitt in der Geschichte der Marine und es er-

scheint daher zweckmäßig, eine kurze Umschau über den damaligen Stand der Marine zu halten.

Das Personal bestand aus 534 Seeoffizieren und insgesammt 15 480 Köpfen. Das Schiffsmaterial umfaßte 13 Panzerschiffe, 14 Panzerfahrzeuge, 8 Kreuzerfregatten, 10 Kreuzerkorvetten, 5 Kreuzer, 5 Kanonenboote, 6 Avisos, 10 Schulschiffe, 9 Kriegsfahrzeuge zu besonderen Zwecken, oder zusammen 80 Schiffe und Fahrzeuge, ohne die Torpedoboote. Der jährliche Etat betrug an einmaligen Ausgaben circa 13 000 000 Mark.

Die Ausbildung und Entwickelung der Marine war planmäßig gefördert und betrieben worden, der ganze Mechanismus dieses großen und vielgestaltigen Körpers arbeitete tadellos, jeder Theil that seine Pflicht mit Eifer und nach bestem Können, und doch sollte man es bald staunend und freudig empfinden, daß ein Geist von Neuem die Marine zu durchwehen begann, wie er ihr in früheren Tagen von dem ersten deutschen Prinzadmiral zugeströmt war, alle ihre Glieder durchwärmt und belebt, und ihr den rechten Weg zu dem rechten Ziele gewiesen hatte.

Kaiser Friedrich war es nicht beschieden, in die Entwicklung der Marine entscheidend und grundsätzlich einzugreifen, daß er aber ebenso wie der erste Kaiser von der Nothwendigkeit einer hinreichend starken Flotte für das Reich überzeugt war, geht aus den Worten hervor, mit denen er der Marine in dem am 12. März 1888 an den Reichskanzler gerichteten Erlaß gedenkt:

> „Die nothwendige und sicherste Bürgschaft für ungestörte Förderung dieser Aufgaben sehe ich in der ungeschwächten Erhaltung der Wehrkraft des Landes, meines erprobten Heeres und der aufblühenden Marine, der durch Gewinnung überseeischer Besitzungen ernste Pflichten erwachsen sind."

Sechster Abschnitt.[1])

1888—1899.

Wie das Morgenroth dem nahenden Tage vorausleuchtet, wie es neue Hoffnungen und neues Leben weckt, so kündete der erste Befehl Kaiser Wilhelms des Zweiten an die Marine den Anbruch einer neuen Aera für Deutschlands Seemacht an, so wirkte er belebend und ermuthigend auf Diejenigen, an die er gerichtet war:

> „Ich habe den hohen Sinn für Ehre und für treue Pflichterfüllung kennen gelernt, der in der Marine lebt. Ich weiß, daß Jeder bereit ist, mit seinem Leben freudig für die Ehre der deutschen Flagge einzustehen, wo immer es sei.
>
> Und so kann Ich es in dieser ernsten Stunde mit voller

Zuversicht aussprechen, daß wir fest und sicher zusammenstehen werden, in guten und in bösen Tagen, im Sturm wie im Sonnenschein, immer eingedenk des Ruhmes des deutschen Vaterlandes und immer bereit, das Herzblut für die Ehre der deutschen Flagge zu geben.

Bei solchem Streben wird Gottes Segen mit uns sein."

So lautete der Schluß jenes Marine-Befehls, den S. M. der Kaiser am 15. Juni 1888 von Schloß Friedrichskron an die Flotte richtete.

Es war das erste Mal, daß die Marine solche Worte ihres Kaisers vernahm und sie wird sie nicht vergessen, so lange sie die Ehre hat, des Kaisers Schwert im Dienste des Reichs über die Meere zu tragen.

Schon am 5. Juli kündigte eine A. K.-O., durch welche der bisherige Chef der Admiralität, General v. Caprivi, von dieser Stellung entbunden wurde, eine in Kürze bevorstehende, organisatorische Veränderung in dem Ober-Kommando und in der Verwaltung der Marine an.

Als Verdienste des bisherigen Chefs der Admiralität um die Fortentwicklung der Marine hebt diese Ordre besonders die Vervollständigung der Organisation durch Instruktionen und Bestimmungen, die Förderung des zu immer höherer Bedeutung gelangenden Torpedowesens, die Nutzbarmachung des militärischen Wissens und Könnens des Generals für das Offizier-Korps der Marine und seine wohlthätige Einwirkung auf den Sinn des Offizierkorps, als den Kernpunkt aller militärischen Dinge, hervor.

Mit der Stellvertretung des Chefs der Admiralität wurde unter Ernennung zum kommandirenden Admiral zunächst der Vize-Admiral Graf von Monts betraut, und nachdem dieser im Januar 1889 einem mehrwöchigen Leiden erlegen war, der Vize-Admiral Frhr. v. d. Goltz, gleichfalls unter Ernennung zum kommandirenden Admiral. Am 1. April 1889, mit dem Ablauf des Etatsjahres, wurde die bisherige Admiraliät aufgelöst. Die Aufgaben und Befugnisse derselben gingen auf das Oberkommando der Marine und das Reichs-Marine-Amt über. Das erstere sollte in Zukunft von einem kommandirenden Admiral, dessen Pflichten und Rechte denen eines kommandirenden Generals in der Armee ent-

[1]) Einschlägige und theilweise benutzte Literatur:

A. Heye, Die Marine-Infanterie. Berlin 1891. Vize-Adm. Batsch, Nautische Rückblicke. Berlin 1892. Georg Wislicenus, Deutschlands Seemacht sonst und jetzt. Leipzig 1896. Dr. D. Schäfer, Deutschland zur See. Jena 1897. Nauticus, Altes und Neues zur Flottenfrage. Neue Beiträge zur Flottenfrage. Berlin 1898, Jahrbuch für Deutschlands Seeinteressen Berlin 1899. Frhr. v. Liliencron, Die deutsche Marine. Berlin 1899. Reinhold Werner, Bilder aus der deutschen Seekriegsgeschichte. München 1899.

sprachen, nach den Anordnungen des Kaisers geführt werden, während die Verwaltung der Marine unter der Verantwortung des Reichskanzlers dem Staatssekretär des Reichs-Marine-Amts mit den Befugnissen einer obersten Reichsbehörde übertragen wurde. Gleichzeitig wurde ein Marine-Kabinet errichtet, dem für die Marine dieselben Aufgaben zufallen sollten, wie dem Militär-Kabinet für die Armee.

Alle drei Immediatstellen wurden Seeoffizieren übertragen und damit das Seeoffizierkorps gewissermaßen mündig erklärt. Daß die Wünsche desselben seit Jahrzehnten diesen Augenblick herbeigesehnt hatten, ist begreiflich und berechtigt. Die Marinegeschichte hat inzwischen bewiesen, daß das dem Seeoffizierkorps von seinem Kriegsherrn entgegengebrachte Vertrauen berechtigt war.

Während in der Heimath auf dem Gebiete des inneren Ausbaues Veränderungen vor sich gingen, welche über den engeren Kreis der Marine hinaus Beachtung fanden, fehlte es auch draußen auf dem Meere und in fernen Landen nicht an Momenten, welche die Blicke des In- und Auslandes der deutschen Flotte zuwandten.

Zunächst war es wieder einmal Samoa, das der Marine Anlaß zu kriegerischem Einschreiten gab. Amerikanische und englische Eifersüchteleien und Verhetzungen hatten es dahin gebracht, daß der seiner Zeit von Deutschland begünstigte Oberhäuptling Malietoa sich an die Spitze eines gegen die deutschen Ansiedler und Händler gerichteten Aufstandes stellte. Der Generalkonsul Zembsch ersuchte um sofortige Hülfe, worauf S. M. S. S. „Olga", „Adler" und „Eber" herbeieilten und ein Landungskorps zum Schutze der bedrohten Deutschen ausschifften.

Die Eingeborenen wurden durch einen Amerikaner angeführt und waren durch Vermittelung amerikanischer Händler mit brauchbaren Schußwaffen versehen worden. Am 18. Dezember 1888 kam es zu einem hartnäckigen Kampfe, in dem die Eingeborenen zwar schließlich unterlagen, der den deutschen Seeleuten aber schwere Verluste kostete. 16 Todte, darunter 2 Offiziere und 37 Verwundete weist die Verlustliste der drei Schiffe auf. Leider gelang es nicht, den amerikanischen Anführer der Samoaner in deutsche Gewalt zu bringen, da er sich auf eines der im Hafen liegenden Kriegsschiffe zu retten wußte. Der Häuptling Malietoa wurde nach den Marschallinseln verbannt.

Im Uebrigen führte dieser Aufstand zu dem unglücklichen, gemeinsamen Protektorat des deutschen Reiches, Englands und der Vereinigten Staaten von Nordamerika, das ein weiteres Jahrzehnt fortgesetzter Unruhen und Reibereien im Gefolge hatte.

In höherem Maße als in Samoa wurde die Marine durch den Araberaufstand in Ostafrika in Anspruch genommen. Die Deutsch-Ostafrikanische Gesellschaft hatte im April 1888 einen Vertrag mit dem Sultan von Zanzibar abgeschlossen, durch welchen Letzterer gegen entsprechende, finanzielle Vortheile sich seiner gesammten Rechte auf

die Küstenstrecke, die bis dahin noch die Besitzungen der Deutsch-Ostafrikanischen Gesellschaft vom Meere trennte, zu Gunsten dieser Gesellschaft begab. Im August sollte die Uebernahme des dem Sultan gehörigen Gebiets erfolgen, gleichzeitig mit dem Heißen der Flagge der Deutsch-Ostafrikanischen Gesellschaft neben derjenigen des Sultans.

Der Handel, einschließlich des einträglichen Sklavenhandels, lag in jenen Gegenden, ebenso wie die Verwaltung, in den Händen der Araber. Von der Neuordnung der Dinge mußten diese eine Beeinträchtigung ihrer bisherigen Befugnisse und Einkünfte erwarten und so griffen sie zu den Waffen, um die ihnen drohende Gefahr mit Gewalt abzuwenden, was sie um so eher wagen zu können glaubten, als der neue Sultan Said Kalifa sich sehr nachgiebig zeigte, die Deutsch-Ostafrikanische Gesellschaft über hinreichende Polizeitruppen nicht verfügte und die Küste für die tiefgehenden Kriegsschiffe nur an wenigen Stellen unmittelbar zugänglich ist. Die äußere Veranlassung zum Widerstand bot ihnen die vorerwähnte Flaggenheißung.

Als der Aufstand ausbrach, befand sich das Kreuzergeschwader gerade vor Zanzibar, um dort seinen neuen Chef, Kontre-Admiral Deinhard, zu erwarten. Es bestand aus der gedeckten Korvette „Leipzig", den Glattdeckskorvetten „Olga", „Carola", „Sophie" und dem Kanonenboot „Möve". Diesem glücklichen Zufalle ist es zu danken, daß der unerwarteten Erhebung ein kräftiger Widerstand entgegengesetzt werden konnte. Die Aufgabe der Marine war hierbei indeß keine ganz leichte, da, wie bereits angedeutet, die Schiffe selbst nicht entscheidend eingreifen konnten. Eine Landungs-Unternehmung reihte sich an die andere, ein Ort nach dem andern mußte gegen zähe Vertheidiger erstürmt werden. Dabei waren die meisten der besetzten Punkte durch kleine oder größere Wachen zu sichern, wodurch den Schiffen ein Theil ihres durchaus nicht überreichlichen Personals oft für längere Zeit entzogen wurde. Zu alledem brannte eine glühende Tropensonne herab, und das Klimafieber suchte seine Opfer. Es war bald zu erkennen, daß die Marine allein des Aufstandes nicht Herr werden würde, da sie ihm nicht an die weit in das Innere des Landes reichenden Wurzeln konnte. Dazu war vielmehr eine Landtruppe erforderlich und diese wurde aus geeigneten Schwarzen unter Führung von deutschen Offizieren und Unteroffizieren der Armee geschaffen, nachdem der Reichskanzler für diese Zwecke eine Bewilligung von 2 Millionen Mark seitens der gesetzgebenden Körperschaften erlangt hatte. Zur Leitung der militärischen Unternehmungen an Land wurde der mit afrikanischen Verhältnissen wohlvertraute Hauptmann Wißmann ausersehen und zum Reichskommissar ernannt. Mit England einigte man sich ferner über die gemeinsame Durchführung einer strengen Blockade jener Küstenstrecke, um dadurch die Aufrührer von ihrem Nährboden Zanzibar abzuschneiden.

Die Thätigkeit der Marine war durch diese Maßnahmen keineswegs vermindert worden. Die Blockade, welche fast ein Jahr währte,

stellte an die Besatzungen, sowohl die Offiziere, wie Mannschaften außerordentliche Anforderungen, weil ihre Durchführung in Folge der ungünstigen Tiefenverhältnisse der Küste fast gänzlich den armirten Booten der Schiffe zufiel. Tag und Nacht kreuzten die kleinen, offenen Fahrzeuge in schwierigem Fahrwasser, beständig zum Kampfe gegen Ueberzahl bereit, tagelang und meilenweit von den Hülfsmitteln ihrer Schiffe entfernt, bald in Sturm und Seegang, bald in glühendem Sonnenbrande an der Küste, ohne je zu erlahmen und manches kühne Stücklein wurde von den meist durch junge Offiziere geführten Booten unternommen. Für die Strapazen jenes Dienstes entschädigte die Schulung, die er mit sich brachte.

Nachdem im März 1888 die Schutztruppe formirt und kampfbereit war, erstürmte die Marine in Gemeinschaft mit jener das befestigte Lager Buschiris, eines Halbarabers, der sich zum Führer des Aufstandes gemacht hatte. Bei diesem Kampfe war der Unterlt. z. S. Schelle einer der ersten, welcher die das Lager umgebenden Pallisaden erkletterte und unter die Vertheidiger, die bis zum letzten Augenblicke Stand hielten, hinabsprang. Ein Schuß in den Unterleib brachte ihm den Heldentod auf afrikanischer Erde.

Dar-es-Salaam, Bagamojo und Kondutschi waren bereits früher durch die Marine allein erstürmt und besetzt worden, jetzt wurden gemeinsam mit der Schutztruppe Saadani, Uwinji, welche beide von Bana Heri befestigt waren, wie Pangani genommen. Bei der Einnahme des letztern Ortes kamen die Marinemannschaften nicht mehr in das Feuer. Schließlich wurden von der Marine noch Tanga und im Mai 1890 Kilwa, Lindi und Mikindani eingenommen.

Hiermit endete die kriegersche Thätigkeit der Marine am Lande und auch der Aufstand erstarb allmählig unter den wuchtigen Schlägen, welche die Schutztruppe ihm durch die Gefangennahme seiner Hauptanführer versetzte. Buschiri und ein Theil seiner Unterhäuptlinge endeten am Galgen.

Zu den Verlusten, welche der ostafrikanische Araber-Aufstand und der weiter oben geschilderte Aufruhr Malitoas auf Samoa der Marine zugefügt hatten, forderten im März 1889 auch die Elemente ihren Tribut an Menschenleben.

Zu dieser Zeit lagen die Korvette „Olga“ und die Kanonenboote „Adler“ und „Eber“ im Hafen von Apia auf Samoa. Außer diesen Schiffen befanden sich daselbst die englische Korvette „Calliope“, sowie die amerikanischen Kriegsschiffe „Trenton“, „Vandalia“, „Nipsic“ und mehrere Kauffahrer. Der Hafen wird von steil abfallenden Korallenriffen begrenzt und bietet für so viele Schiffe nur beschränkten Raum.

Nachdem am 11. und 12. März ein für die Jahreszeit verhältnißmäßig trockenes und schönes Wetter geherrscht hatte, begann das Barometer am 13. langsam, aber stetig zu fallen und erreichte am 15. einen Stand von 742 mm., der für jene Gegenden ein ganz außergewöhnlich niedriger war. Bei schwerer, regnerischer Luft setzte am 13.

und 14. südsüdwestlicher Wind ein und frischte am 15. Morgens so sehr auf, während er gleichzeitig auf Südost drehte, daß die meisten Schiffe Dampf aufmachten und ihre Takelage kürzten, um dem Winde weniger Widerstand zu bieten. Wenn von allen im Hafen befindlichen Kriegsschiffskommandanten trotz dieser Anzeichen einer offenbar beträchtlichen, atmosphärischen Störung keiner es für erforderlich hielt, den Hafen zu verlassen, so lag das einestheils daran, daß bereits im Februar und März 2 Orkane geherrscht hatten, und man nach dem dort gültigen Wetterregeln und der Meinung ansässiger Wetterkundiger Schlimmes nicht zu befürchten hatte, sowie andererseits daran, daß man die früheren Stürme sicher und gut hinter seine Ankern abgeritten hatte,[2]) so daß man in Anbetracht der unsicheren Verhältnisse an Land nicht wegen jedes Sturmes in See gehen wollte.

Am 16. drehte der Wind Nachmittags, während er an Stärke beträchtlich zunahm, auf Nordost, und wehte nun nicht mehr über Land, sondern stand in den Hafen hinein.[3]) Es kam daher auch schnell eine beträchtliche Dünung auf, die sich bald zur brandenden See verstärkte in dem Maße, wie der Wind weiter nach Norden ging.[4]) Der Sturm wuchs am Abende dieses Tages bis zur Stärke 10[5]) an. Während der Nacht erreichte die See bereits eine solche Höhe, daß die Schiffe durchweg Wasser übernahmen und S. M. Kanonenboot „Eber", das kleinste Fahrzeug, zeitweilig in den überbrechenden Sturzseen und dem Gischt fast zu verschwinden schien.

Um 2 Uhr Nachts erschien das erste Nothsignal. Es ging von dem deutschen Kauffahrteischiff „Peter Godeffroy" aus. Hülfe zu bringen, war Niemand im Stande, da bereits bei allen Schiffen der Kampf mit Sturm und See ein recht ernster zu werden begonnen hatte. So wurde das unglückliche Schiff, bald nachdem sein flackerndes Blaufeuer verloschen, das erste Opfer, indem es am Korallenriff zerschellte. Als gegen 4 Uhr Morgens auch noch das matte Licht des Mondes verschwand, wurde die Finsterniß durch Regen und Gischt so groß, daß es den Schiffen kaum möglich war festzustellen, ob ihre Anker noch im Grunde hielten, oder ob sie bereits trieben.[6])

Der amerikanische Kreuzer „Nipsic" war ins Treiben gerathen

[2]) Einen Sturm zu Anker abreiten heißt, der Festigkeit des Ankergeschirrs und dem guten Ankergrund vertrauend, während eines Sturmes mit Seegang zu Anker bleiben.

[3]) Der Hafen von Apia liegt an der Nordseite der Insel Upolu.

[4]) Wenn die Wellenbewegung auf flacheres Wasser übergeht, so werden die Wellen dadurch höher und steiler und gehen schließlich in Brandung über. Ein Schiff ist daher auf tiefem Wasser sicherer als auf flachem.

[5]) Nach der Beauforts-Skala theilt man die Windstärken in 12 Grade. Stärke 10 bezeichnet eine Windgeschwindigkeit von 29 Metern in der Sekunde, oder einen Winddruck von 103 kg pro Quadratmeter.

[6]) So lange feststehende Objekte sichtbar sind, kann man durch eine Richtungsänderung dieser auf eine Veränderung des Schiffsortes schließen. Ein



und versuchte sich mittelst seiner Maschine zu halten. Bei diesen Versuchen kollidirte er mit „Olga“. Kaum waren beide Schiffe von einander wieder frei, als hoch auf dem Kamm einer Woge der Bug des „Eber“ dicht neben der „Olga“ erschien und man eine Kollision zwischen beiden Schiffen für unvermeidlich hielt. Dieselbe See, welche den „Eber“ herangeworfen, riß ihn indeß auch wieder mit sich zurück und eine der nachfolgenden Schwestern warf ihn mit dem Hinterschiff derart auf die Kante des Riffs, daß er hier einen Augenblick hängen blieb und dann in die Tiefe kenterte. Von seiner Besatzung gab das Meer nur 1 Offizier, 1 Deckoffizier und 4 Matrosen lebend wieder. Diesen gelang es schwimmend, den nahen Strand zu erreichen. Als der Tag graute, war vom „Eber“ nichts mehr zu sehen.

Bald nach der Katastrophe, welche dieses Schiff mit seiner Besatzung in den Fluthen begraben, tauchte am Heck der „Olga“ der Bug des „Adler“ aus der Finsterniß auf. „Adler“ rannte in die „Olga„ hinein und stieß über Wasser ein beträchtliches Loch. Veranlaßt wurde dieser Zusammenstoß durch den leider vergeblichen Versuch des „Adler“, gegen die See andampfend, die rechte Seite des Hafens zu gewinnen, um sich dort in ruhigerem Wasser und auf weichem Grund auf den Strand zu setzen. Trotzdem seine Maschine mit äußerster Kraft arbeitete, kam das Schiff nicht von dem dicht hinter ihm befindlichen Riffe ab. Als der Kommandant erkannte, daß jeder Versuch des Entrinnens vergeblich sei und das Schiff bereits begann, hart gegen das Riff zu stoßen, ließ er die Ankerketten schlippen und dieser Entschluß rettete dem größeren Theile der Besatzung das Leben. Die nächste anstürmende See warf das Schiff hoch auf das Riff und gleichzeitig 90° auf die Seite. So blieb es liegen und bildete einen Wellenbrecher, der es der Besatzung ermöglichte, dahinter Schutz zu finden.

Der Orkan hatte mittlerweile die Stärke 12[7]) erreicht, und nun fielen ihm nach einander sämmtliche im Hafen liegenden Schiffe zum Opfer, mit Ausnahme der englischen „Calliope“, deren kräftiger Maschine es gelang, das Schiff im Augenblicke höchster Gefahr, als es der Strandung bereits verfallen schien, aus jenem Hexenkessel heraus in die freie See zu bringen. „Nipsic“ setzte sich auf den Strand und „Vandalia“ versank bei dem gleichen Versuch in ihrer Nähe. Nur „Trenton“ und „Olga“ schwammen noch, obgleich fast alle anderen Schiffe bereits mit letzterer kollidirt hatten. Jetzt nahte sich auch diesen Schiffen das Verhängniß. „Trenton“ trieb mit gebrochenen Steven und 7 Fuß Wasser im Heizraum hilflos auf „Olga“ zu, so daß für dieses weit kleinere Fahrzeug das Ende gekommen schien. Der Kommandant der „Olga“ konnte diesem Ausgange nur durch rücksichtsloses

anderes Mittel, ein Loth auf den Grund zu lassen und durch die Richtung der an ihm befestigten Leine auf die Bewegungen des Schiffes zum Grunde zu schließen versagte hier in Folge des Seegangs, Sturmes und der Strömung.

[7]) Eine Mindestgeschwindigkeit von 40 m und darüber in der Sekunde.

Manöveriren mit der Maschine vorbeugen, wodurch er allerdings die Kollision bedeutend abschwächte, aber auch seine Anker aus dem Grunde riß und nun nur noch die Möglichkeit hatte, sein Schiff auf den Strand zu setzen. Dieses Letztere gelang an der günstigsten Stelle, so daß das Schiff später wieder abgebracht werden konnte. „Trenton" strandete in der Nähe der „Vandalia".

Die deutsche Verlustliste führte 3 Seeoffiziere, 1 Arzt, 1 Zahlmeister und 88 Mann auf.

So schmerzlich dieses Ereigniß auch wirken mußte, so wenig war es im Stande, den guten Geist in der Marine und die Hingabe aller an ihren Beruf zu erschüttern und wenn der Kaiser dieser Ueberzeugung in einer Ordre vom 2. April besonderen Ausdruck verlieh, so war es dem Allerhöchsten Kriegsherrn in erster Linie wohl darum zu thun, der Marine einen Beweis seines hohen Interesses zu geben und ihr zu zeigen, daß er seines Wortes, auch in bösen Tagen, mit ihr zusammenstehen zu wollen, wohl eingedenk sei. —

Das alte Fositisland, einst eine große, reich bevölkerte Insel, deren letzte, man kann wohl sagen traurigen, Reste unter dem Namen Helgoland dem deutschen Reiche wieder zufielen, war von Alters her ein deutsches Land. Durch den Sieg der königlichen Linie von Gottorp über die herzogliche war Helgoland 1714 an Dänemark gekommen und 100 Jahre später von den Engländern besetzt und ihnen zugesprochen worden.

So hatte die englische Flagge unmittelbar vor den Thoren der deutschen Haupthäfen geweht. Die englische Insel war der natürliche Stützpunkt für jede fremde Flotte, von dem aus sie die deutsche Bucht der Nordsee beherrschen, in deren neutralem Bereich sie Erholung finden, und ihre Vorräthe ungestört ergänzen konnte. Weder die Würde noch die Sicherheit des deutschen Reiches ließen es zu, sich mit dieser Thatsache abzufinden. Ohne einen hohen Preis zu zahlen, konnte man nicht hoffen, England zum Verzicht zu bewegen und so hielt die Regierung den Augenblick zum Erwerb von Helgoland für gekommen, als sich ihr Gelegenheit bot, das ostafrikanische Land Witu nebst dem Protektorat über Zanzibar, England in die Waage werfen zu können. Sicherlich war der Preis hoch, aber deshalb noch nicht zu hoch. An entwickelungsfähigem und entwickelungsbedürftigem Länderbesitz in Afrika hat das deutsche Reich auf lange Zeit noch keinen Mangel und der Werth Helgolands gewann noch an Bedeutung mit dem Bau des Kaiser Wilhelm-Kanals. Hätte man damals nicht den Augenblick erfaßt, wer kann wissen, ob und wann ein so günstiger wiedergekehrt wäre.

Der strategische Werth Helgolands liegt in erster Linie darin, daß diese Insel in unseren Händen einem Angreifer nicht mehr als Stützpunkt dienen kann, wie früher als englisches Eigenthum. Eine starke Armirung von Steilfeuergeschützen verhindert ein Ankern in der Nähe der Insel und eine mehrfältige Signalverbindung mit dem Festlande macht sie zu einem Auslug für unsere Küstenvertheidigung

und zu einer werthvollen Nachrichtenstelle für den Verkehr zwischen der Flotte und der Küste.

Zu dem feierlichen Akte der Flaggenhissung war der deutsche Kaiser mit einem Theil der Flotte erschienen und stolze Befriedigung erfüllte jedes deutsche Herz, als der „Union Jack"*) sich senkte und dafür die deutschen Farben sich über dem wieder deutsch gewordenen Eilande erhoben. —

Im Auslandsdienste waren es in diesem Jahre die Kanonenboote „Wolf" und „Iltis", welche auf der chinesischen Station wiederholt Gelegenheit fanden, sich hervorzuthun.

Die türkische Fregatte „Ertrogrul" war in einem Sturme an den Klippen einer öden Insel des japanischen Meeres zerschellt. Hierdurch war einer der Dampfkessel aufgeflogen und so waren von der 600 Mann starken Besatzung nur 4 Offiziere und 61 Mann gerettet worden, die das Kanonenboot „Wolf" nach der japanischen Stadt Kobe überführte.

Der chilenische Bürgerkrieg, welcher 1891 ausbrach, gefährdete das Leben und Eigenthum der zahlreichen in Chile lebenden Deutschen, so daß man die gedeckte Korvette „Leipzig" und die Glattdeckskorvetten „Sophie" und „Alexandrine" unter dem Befehle des Kontre-Admirals Valois aus den chinesischen Gewässern dort hin beorderte. Das Geschwader schiffte nach der Ankunft in Valparaiso 300 Mann aus und ließ durch diese die oberen Theile der Stadt, in denen vornehmlich die Deutschen wohnten, besetzen. Trotz des heftigsten Kampfes in der unteren Stadt hüteten sich beide Parteien, ein Eingreifen der deutschen Landungsabtheilung zu provociren. Der Erfolg war somit der gewünschte.

In Kamerun hatte inzwischen der leichtsinnige Neger die Lehren, welche ihm vor 6 Jahren ertheilt waren, vergessen. Die oberhalb der Kamerunniederlassungen an einem Nebenflusse wohnenden Aboleute wollten die Oberhoheit des deutschen Gouvernements nicht mehr anerkennen, lehnten sich auf, hemmten den ihr Gebiet berührenden Handelsverkehr und befestigten ihre Dörfer durch Pallisaden, Verhaue und Wolfsgruben. Sie zählten ca. 1000 mit Feuerwaffen ausgerüstete Streiter und es war daher eine besondere Kraftanstrengung zu ihrer Niederwerfung erforderlich. Die Kanonenboote „Habicht" und „Hyäne" stellten ein Landungskorps von ca. 100 Mann und diesem schloß sich der Hauptmann von Gravenreuth mit 300 Mann Schwarzen der Schutztruppe an.

Der Angriff auf das in der oben angedeuteten Weise vertheidigte Hauptdorf Miang war für die verhältnißmäßig kleine Zahl der Angreifer eine harte Aufgabe, die aber in glänzender Weise gelöst wurde. Die hierbei von Offizieren und Mannschaften entwickelte

*) Das Unionszeichen der großbritannischen Flagge, das in mehreren aufeinanderliegenden Kreuzen die Farben Englands, Schottlands und Irlands vereinigt.

Disziplin und Entschlossenheit giebt von Neuem den Beweis, daß die Kaiserliche Marine die preußische Ueberlieferung soldatischer Tugenden sich voll und ganz zu eigen gemacht hat, und man ihr die Vertretung deutscher Soldatenehre getrost überlassen kann, wohin ihr Kaiser sie auch stellen möge.[9])

Der brasilianische Aufstand des Jahres 1893 führte zu verschiedenen Ausschreitungen der Aufständischen deutschen Kauffahrteischiffen gegenüber und sogar zu offenbaren Räubereien. Die deutsche Schifffahrt ist an der brasilianischen Küste sehr bedeutend und jedenfalls viel bedeutender als die nordamerikanische. Während die nordamerikanische Union zum Schutze ihrer Interessen fünf moderne Kreuzer, darunter einen Panzerkreuzer, dorthin entsandte, vermochte das deutsche Reich aus Mangel an Kreuzern nur zwei veraltete Glattdeckskorvetten zum Schutze deutschen Eigenthums einzusetzen. Die Schiffe der Aufständischen waren diesen beiden Vertretern Deutschlands Seemacht weit überlegen, und wenn sie sich trotzdem den deutschen Forderungen fügten und sich durch die Androhung von Gewalt einschüchtern ließen, so ist dieser Erfolg zum guten Theil wohl dem festen und geschickten Auftreten des ältesten deutschen Kommandanten[10]) und dem Mangel an Selbstvertrauen auf der anderen Seite zuzuschreiben. Was hätte geschehen können, wenn dieses Selbstvertrauen größer gewesen wäre!

In Samoa wurde 1894 abermals ein Einschreiten nöthig und zwar waren es dieses Mal die kleinen Kreuzer „Falke" und „Bussard", welche zusammen mit dem englischen Kreuzer „Curacao" die aufrührerischen Atualeute zur Botmäßigkeit gegen die von den Schutzmächten eingesetzte Regierung mit Waffengewalt zwingen mußten.

Als die Vorboten des Krieges zwischen Japan und China sich bemerkbar machten, entsandte das Kanonenboot „Iltis" eine Landungsabtheilung in die Hauptstadt Koreas zum Schutze des dortigen Konsulates. Kurz nach Ausbruch des Krieges fiel dem „Iltis" eine ähnliche Samariterrolle zu, wie sie das Schwesterschiff „Wolf" der schiffbrüchigen Besatzung der „Ertogrul" gegenüber übernahm. Ein unter englischer Flagge fahrender Dampfer „Kousching" hatte den Transport von 1200 Mann chinesischer Truppen unter der Führung eines früher preußischen Offiziers[11]) übernommen. Die Japaner hatten mit diesem

[9]) Der Bootsmannsmaat Lack von der „Hyäne" war bemüht, den in eine Wolfsgrube gefallenen Hauptmann v. Gravenreuth hervorzuziehen, als er zwei Schüsse in den Oberschenkel erhielt, trotzdem avancirte er weiter. Ein dritter Schuß, der ihn in den Arm traf, zwang ihn, das Gewehr fallen zu lassen. Er zog mit der anderen Hand sein Seitengewehr und marschirte weiter gegen die Pallisaden. Hier angekommen brach er endlich zusammen, nachdem er von 18 Geschossen und Eisenstücken getroffen war. Er ist seinen Verwundungen nicht erlegen, sondern geheilt worden.

[10]) Kpt. z. S. Hofmeier.

[11]) v. Hanneken.

Fahrzeug, das ihnen in die Hände gerieth, in echt barbarischer Weise kurzen Prozeß gemacht und es mittelst Torpedos und Granaten zusammengeschossen. Nur 220 Mann der Besatzung retteten sich durch Schwimmen auf eine öde Insel, und von hier führte „Iltis" 120 Mann, da er nicht mehr zu fassen vermochte, nach Tschifu über. Unter diesen befanden sich 13 Schwerverwundete. Die Zurückbleibenden wurden mit Lebensmitteln versehen und später durch chinesische Dschunken abgeholt.

Als nach dem Friedensschluß „Formosa" in japanischen Besitz übergehen sollte, traten auf der Insel vorübergehend vollständig anarchische Zustände ein, so daß „Iltis" nach Tamsui gehen mußte, um hier für die Deutschen und die Europäer im Allgemeinen einzutreten. Die abziehenden chinesischen Truppen sagten ihren Vorgesetzten den Gehorsam auf. Dem deutschen Dampfer „Arthur", der 700 chinesische Soldaten, einen General und den Präsidenten der formosanischen Regierung an Bord hatte, um sie nach China zu befördern, verweigerten die Rebellen das Auslaufen, weil sich auch Staatsgelder an Bord befinden sollten. Sie gingen in ihrer Frechheit soweit, aus einem Küstenfort auf den Dampfer zu schießen und hatten sogar den Erfolg, ihn zu treffen, wobei nur ein Chinese getödtet wurde, weil die Granate nicht krepirte. Nun griff der „Iltis" ein. Er nahm mit seinem 12,5 cm-Heckgeschütz das chinesische Fort unter Feuer. Schon der zweite Schuß schlug mitten in das Werk und machte 13 Chinesen kampfunfähig. Der dritte Schuß brachte das Fort gänzlich zum Schweigen, und der Dampfer „Arthur" konnte nunmehr den Hafen verlassen.

Daß ein so kleines Schiff wie der „Iltis" eine so große Wirkung zu erzielen vermochte, setzte die Chinesen in Erstaunen, und in den nächsten Tagen zeigten alle im Hafen verkehrenden Fahrzeuge die deutsche Flagge.

Der die Nord- und Ostsee verbindende Kanal, dessen Grundstein Kaiser Wilhelm I. am 3. Juni 1887 gelegt hatte, war fertig gestellt. Die in Aussicht genommene Bauzeit war genau innegehalten worden. Von Brunsbüttelerkoog in der Unterelbe zieht sich der Kanal in einer Länge von 99 km bei einer Tiefe von 9 m und einer Sohlenbreite von 22 m über Rendsburg zur Kieler Föhrde und verbindet so beide Meere, ohne Schleusen, durch ein ununterbrochenes Wasserband. 1881 hatte der Hamburger Kaufmann und Rheder Dahlström einen neuen Anstoß zu dem Gedanken des Nord-Ostsee-Kanals gegeben, der dieses Mal von Erfolg gekrönt war. Der vornehmlichste Werth des Kanals beruht indeß weniger auf seinem wirthschaftlichen Nutzen, als vielmehr in seiner strategischen Bedeutung.

Verdoppeln kann er die Seestreitkräfte der deutschen Flotte nicht, wie ihm so oft nachgesagt wird, wohl aber stellt er einen Kriegshafen dar, der von der Ostsee zur Nordsee reicht. Durch ihn ist es möglich, bald in der Ostsee, bald in der Nordsee aufzutreten, ohne daß der Gegner von der beabsichtigten Bewegung etwas erfährt, bevor sie ausgeführt ist.

Am 20. Juni 1895 fand die feierliche Eröffnung des Kanals durch S. Maj. den Kaiser im Beisein der deutschen Bundesfürsten und einer internationalen Flotte von über 50 fremden Kriegsschiffen und Fahrzeugen, zu der 11 Nationen ihre Geschwader und Schiffe entsandt hatten, statt.

Im Juli dieses Jahres wurde vor Tanger ein Geschwader zusammengezogen, das aus dem Küstenvertheidigungs-Panzerschiff „Hagen", dem modernen Kreuzer „Kaiserin Augusta", dem veralteten Kreuzer „Marie" und dem Schulschiff „Stein" bestand, um die marokkanische Regierung zur Bestrafung des Mörders eines deutschen Kaufmannes zu zwingen. Gleichzeitig kreuzte das heimische Panzergeschwader von 4 Schiffen[12]) in der Biskaya um den Eindruck auf Marokko zu erhöhen und nöthigenfalls schnell zur Hand zu sein. Die Kreuzernoth der Marine zeigte sich auch hier wieder. Sie war chronisch geworden, und es rächten sich die Unterlassungen früherer Zeiten.

Als es nach dem Jameson'schen Einfall in Transvaal wünschenswerth erschien, die deutsche Flagge in der Delagoa-Bai zu zeigen, konnten dazu nur 2 kleine Kreuzer verfügbar gemacht werden. Während der armenischen Unruhen war die Seemacht des deutschen Reiches im Orient unter 40 fremden Kriegsschiffen nur durch eine Stationsyacht ohne Gefechtswerth vertreten, bis man sich in der Noth entschloß, 4 Schulschiffe dorthin zu entsenden. Als Kampfschiffe sind diese veralteten Kreuzer, denen man sich zu Schulzwecken noch mit Vortheil bedienen kann, modernen Kreuzern gegenüber nahezu werthlos. Das Kreuzergeschwader in Ostasien konnte nur durch Entsendung veralteter ehemaliger Linienschiffe, die wegen ihrer Schwäche anderen Linienschiffen gegenüber in die Schlachtlinie nicht mehr eingestellt werden können, verstärkt werden. Um vor Kreta wenigstens „die Flöte blasen" zu können, als andere Nationen mit Geschwadern daselbst demonstrirten, mußte der heimischen Schlachtflotte der letzte moderne Kreuzer entzogen werden.

Der bereits früher von uns erwähnte Bedarf an Kreuzern für die heimische Schlachtflotte ist eine Thatsache, welche in der Zeit, als Nichtfachleuten die Weiterentwicklung der Marine anvertraut war, nicht hinreichend betont worden ist. Dem Auge des Laien im Allgemeinen und der Volksvertretung im Besonderen entzieht sich dieser Theil des Kreuzerdienstes zu sehr. Er wird verdeckt durch den Auslandsdienst, und seine Wichtigkeit und Nothwendigkeit kann deshalb dem Nichtfachmanne schwerer dargethan werden, weil sie vornehmlich eine taktische ist, zu deren voller Erkenntniß eben seemännisch-militärische Kenntnisse und Erfahrungen gehören. Es ist deshalb auch nicht leicht, die schweren Schädigungen nachzuweisen, welche einer Flotte nicht nur im Kriege, sondern schon im Frieden durch Entziehung der für die heimischen Geschwader erforderlichen Kreuzer zugefügt

[12]) Die 4 Schiffe der Brandenburg-Klasse.

werden. Solche Schädigungen hat die deutsche Flotte thatsächlich erfahren, und mit ihrer Ueberwindung wird sie noch Jahre lang zu kämpfen haben.

Das Torpedobootswesen war in den letzten beiden Jahrzehnten in hervorragendem Maße gefördert und die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Materials und Personals auf das Höchste gesteigert worden, so daß man getrost annehmen darf, daß deutsche Torpedoboote technisch, militärisch und seemännisch auf der Höhe sind. Aber auch für das Torpedoboot giebt es Grenzen, über die hinaus es seine Leistungen nicht steigern kann. An diese Thatsache erinnerte unerwartet und in schroffster Weise der Verlust S. M. Tpdbt. „S. 41" im Sommer des Jahres 1895. Im Skagerak kenterte das Boot, als es vor Backstags-See[33]) mit hoher Fahrt der vorausgeeilten Division zu folgen suchte. Der größere Theil der Mannschaft ertrank. Das Boot war verloren.

Aehnliche Verhältnisse waren es, die zwei Jahre später den Verlust des Torpedobootes „S. 26" in der Elbmündung zur Folge hatten. Der Kommandant des unglücklichen Fahrzeugs, der junge Herzog Friedrich Wilhelm von Mecklenburg-Schwerin, der während des Kenterns durch die See in das Zwischendeck geschleudert worden war und hier einem sicheren und martervollen Tode entgegensah, gab ein leuchtendes Beispiel, wie deutsche Seeleute zu sterben wissen. Auch hier kamen die meisten Leute der Besatzung ums Leben.

Zeitlich zwischen diesen beiden Ereignissen liegt der Untergang des Kanonenbootes „Iltis" an der chinesischen Küste. Am Morgen des 2. Juli 1896 hatte der „Iltis", Kommandant Kplt. Braun, den Hafen von Tschifu verlassen, um nach der Bucht von Kiautschou zu dampfen. Sein Kurs ging hierbei längs der Küste der Schantung-Halbinsel. Das Wetter war regnerisch und wurde während des Tages stürmisch. Abends um 10 Uhr wurden deshalb Sturmsegel gesetzt. An eine Gefahr für das Schiff dachte indeß Niemand. Hatte das kleine aber gut gebaute Schiffchen doch schon ganz anderes Wetter durchgemacht in den vielen Jahren, die es nun schon in jenen Gegenden im Dienste des Reiches kreuzte!

Die Nacht war dunkel und die Leuchtfeuer der Küste wegen des Regens nicht sichtbar. Da erschütterte plötzlich gegen 11 Uhr Nachts ein krachender Stoß das Schiff, dem gleich darauf ein zweiter folgte. Das Schiff saß auf den Felsenriffen der Küste fest. Die Brandung donnerte über das Schiff dahin, gejagt von dem zum Orkan gewachsenen Sturm, gepeitscht und zerstäubt durch die Klippen, die drohend und schwarz aus dem Gischt des Wassers und der Finsterniß der Nacht hervorragten. An Rettung war nicht zu denken, und es konnte nur die Frage sein, wie lange das Ende auf sich warten lassen würde.

Das Schiff zerbarst in der Mitte, und die Wucht der Wogen

[33]) Als „backstags" bezeichnet der Seemann die Richtung schräg von hinten. Eine Backstagssee kommt also schräg von hinten.

schleuderte das Hinterschiff neben das zwischen den Felsen festgeklemmte Vorschiff. Da ertönte die Stimme des Kommandanten, zum letzten Male, um ein dreifaches Hurrah dem Kaiser zu bringen, in das die Mannschaft kräftig wie immer einstimmte. Kaum war der Ruf verhallt, als ein Brecher den tapferen Führer der dem Tode geweihten Schaar von der Kommandobrücke fortriß und in der Tiefe vergrub. Jetzt stimmte der Oberfeuerwerksmaat Raalen das Flaggenlied an, und wie so oft in frohen Stunden versprachen die Tapferen singend der schwarz-weiß-rothen Flagge die Treue bis zum Tode. Ehe der dritte Vers begann, kam er, der Seemannstod, und hielt reiche Ernte. Ein jäher Schrei übertönte das Toben des Wassers und das Heulen des Sturmes. Das Hinterschiff war gekentert, alle, die auf ihm waren, bis auf zwei, unter sich zerschmetternd.

Neun Mann hielten sich bis zum 2. Tage auf dem Vorschiff und erst dann konnten sie geborgen werden. 71 Mann, darunter sämmtliche Offiziere, waren geblieben.

So betrübend diese Schiffsunfälle auch waren, so hatten sie doch wiederum gezeigt, daß deutsche Seeleute den Tod nicht fürchten und ihres Eides gedenken bis zum letzten Athemzuge: Navigare necesse est vivere non est! —

Das Jahr 1897 brachte nach langer Zeit einmal wieder einen Konflikt mit dem Negerstaate Haiti; die schwarze Regierung hatte zu Unrecht über einen Deutschen die Strafe der Landesverweisung verhängt und zudem den diplomatischen Vertreter des Reiches, Graf Schwerin, verletzend behandelt. Um eine entsprechende Sühne zu erzwingen, konnten moderne Schiffe nicht verfügbar gemacht werden, und so mußten die Schulschiffe „Charlotte" und „Stein", welche sich gerade in Westindien befanden, diese Aufgabe, für die sie wenig geeignet waren, übernehmen.

Graf Schwerin kündigte der haitischen Regierung an, daß am 6. Dezember zwei deutsche Kriegsschiffe vor Haiti entreffen würden, um die Forderungen der deutschen Regierung zu überbringen; 2 Kauffahrteidampfer würden Tags zuvor bereit sein, die in Port au Prince ansässigen Deutschen aufzunehmen.

Die Neger schienen nicht zu glauben, daß es Ernst werden könne, denn sie trafen keinerlei Maßnahmen, um den deutschen Forderungen entgegen zu kommen. Auch als die deutschen Schiffe zur festgesetzten Stunde erschienen, waren sie sich über die Lage noch nicht klar. Gleich nach der Ankunft wurde ein Offizier mit einer bewaffneten Bedeckung von Matrosen an Land geschickt, um dem Hafenkapitän ein sehr kurz gehaltenes Ultimatum zur Weiterbeförderung zu übergeben. Das Ultimatum gab eine Frist bis 1 Uhr Mittags, d. h. 4 Stunden vom Augenblicke der Uebergabe. Die deutschen Schiffe begannen den Hafen auszubojen[14]) und das Schußfeld frei zu machen.[15])

[14]) Man stellt die Wassertiefe mittelst des Lothes fest und verankert an denjenigen Stellen, die man besonders markiren will, schwimmende Körper, Bojen genannt.

Um 10 Uhr erschienen die fremden Vertreter an Bord der „Charlotte", um den Kommandanten, Kpt. z. S. Thiele, zur Verlängerung der bewilligten Frist zu veranlassen. Dieser bedeutete den Herren indeß mit kurzen Worten, daß er von Sr. M. dem Kaiser den Befehl habe, um 1 Uhr zu schießen, wenn das Ultimatum bis dahin nicht angenommen sei, und daß er deshalb in diesem Falle zu jener Zeit das Feuer eröffnen werde.

Nachdem um 11 Uhr von haitanischer Seite noch ein vergeblicher Versuch unternommen worden war, zu unterhandeln, wurde um 12 Uhr auf beiden Schiffen Gottesdienst abgehalten. Gegen 1 Uhr wurden die Geschützbedienungen an die Geschütze beordert und fünf Minuten vor dem Ablauf der Frist ein blinder Schuß gefeuert, dessen Donner als letzte Warnung, oder als Einleitung dessen, was da kommen sollte, drohend über den Hafen rollte. In diesem letzten Augenblicke stieg eine weiße Flagge auf dem Palast des Präsidenten in die Höhe und gleich darauf nahte ein Boot mit einem Schreiben des Präsidenten, durch welches er das Ultimatum für angenommen erklärte und nur noch um eine kurze Frist zur Herbeischaffung des Geldes bat.

Kpt. z. S. Thiele bewilligte diese Frist bis 3 Uhr unter der Bedingung, daß das haitanische Geschwader so lange als Unterpfand ausgeliefert werde. Das geschah und noch an demselben Nachmittage war der Zwischenfall erledigt.

In Ostasien war am 14. November desselben Jahres die Besetzung von Kiautschou erfolgt.

Die Veranlassung zur Besitzergreifung bot die Ermordung zweier deutscher Missionare in Schantung. Das Kreuzergeschwader unter Vize-Admiral v. Diederichs ankerte unerwartet am Eingange der Bucht von Kiautschou von dem mit Festungswerken chinesischer Art versehenen Orte Tsingtau, der eine Besatzung von 2000 Mann unter dem Befehle eines Generals hatte.

Das Geschwader war vollkommen vorbereitet und auch der Platz durch Rekognoszirungen von langer Hand ausgesucht. Nach dem Ankern wurden 30 Offiziere und 687 Seeleute gelandet mit dem Befehle, alle militärisch wichtigen Punkte zu besetzen. Dem General, der sich dem vermeintlichen Landungsmanöver nicht widersetzt hatte, wurde ein Schreiben des Geschwaderchefs überbracht, in welchem dieser ihn aufforderte, binnen 3 Stunden seine Truppen abrücken zu lassen, da die Besetzung des Ortes seitens des deutschen Reiches wegen der Ermordung der Missionare erfolge. Innerhalb von 48 Stunden sollten die chinesischen Truppen einen Umkreis von 15 deutschen Meilen frei gemacht haben. Die Handwaffen dürften mitgenommen werden, Geschütze und Munition seien zurückzulassen.

*) Einem französischen Kauffahrteidampfer wurde bedeutet, er möge seinen Ankerplatz ändern, da man um 1 Uhr die haitanische Flotte, vor der er lag, zusammenschießen werde.

Der chinesische General fügte sich ohne Widerstand und alsbald wich der Drache im gelben Felde dem Adler auf weißem Grunde. Die deutsche Diplomatie erwirkte Chinas nachträgliche Zustimmung und schloß einen Pachtvertrag auf 99 Jahre ab. So hatten der deutsche Handel, seine Schützerin die Flotte, und deutsche Kultur im fernen Osten einen Stützpunkt erlangt, ohne daß seine Erwerbung Blut gekostet hätte.

Prinz Heinrich von Preußen, der damals die Charge eines Kontre-Admirals inne hatte, ging bald darauf mit dem großen Kreuzer „Deutschland" und dem kleinen Kreuzer „Gefion" nach China, um das Kommando der 2ten Division des Kreuzergeschwaders zu übernehmen. Später erhielt er, zum Vize-Admiral befördert, das Kommando des Kreuzergeschwaders. Sein Empfang durch den Kaiser von China war wegen der ungewöhnlichen Ceremonien, die bis dahin keinem fremden Prinzen zugebilligt worden waren, bemerkenswerth. —

Im Oktober 1898 unternahm S. M. der Kaiser gemeinsam mit der Kaiserin eine Reise nach dem Orient auf der Yacht „Hohenzollern", die von dem großen Kreuzer „Hertha" und dem kleinen Kreuzer „Hela" begleitet wurde. Nachdem das Kaiserpaar in Konstantinopel dem Sultan einen Besuch abgestattet hatte, begab es sich nach Jerusalem, um dort die neuerbaute, evangelische Erlöserkirche einzuweihen. Ein Besuch Aegyptens, der ursprünglich gleichfalls vorgesehen war, mußte Zeitmangels wegen aufgegeben werden.

Einen bedeutsamen Schritt auf dem Wege ihrer Entwickelung machte die Marine im Jahre 1898 durch den Erlaß des Flottengesetzes.

Die Art der jährlichen Bewilligung des Marinehaushalts durch die Volksvertretung ohne eine andere Richtschnur als unverbindliche Denkschriften hatte im Kampfe der Parteien dazu geführt, daß die Entwickelung der Marine in Bezug auf das verfügbare Schiffsmaterial nicht nur ins Stocken gerathen, sondern sogar zurückgegangen war. Ein so großer Apparat wie eine Marine kann nicht von der Hand in den Mund zu leben, und sein Aufbau muß leiden, wenn der Plan, welcher ihm zu Grunde liegt, von Jahr zu Jahr den eingreifendsten Aenderungen dadurch unterworfen wird, daß bald diese Forderung der Marineverwaltung, bald jene aus finanziellen oder parteipolitischen Gründen verweigert wird. Diesem Mißstande konnte nur dadurch abgeholfen werden, daß die Volksvertretung sich an einen bestimmten Bauplan auf einen längeren Zeitraum gesetzlich band.

Die Begründung, welche dem Gesetzentwurf beigefügt war, stellte fest, daß die Marine damals in den wichtigsten Schiffsklassen weniger Schiffe besäße, als in früheren Jahren, obgleich die meisten anderen Seemächte in den letzten 10 Jahren ihre Marinen erheblich verstärkt hätten. Wenn mobil gemacht würde, so hätte die Marine statt der früher vorhandenen 14 nur 7 kriegsbrauchbare Linienschiffe; zur Vertretung der deutschen Interessen im Auslande seien 1882 elf kriegsbrauchbare Kreuzerfregatten vorhanden gewesen, an deren

Stelle seitdem Panzerkreuzer getreten seien. Die Schiffsliste von 1897 weise keines solcher Schiffe auf, und nur als Nothbehelf könne man 3 ältere Linienschiffe im Kreuzerdienst verwenden.

Die in den letzten Jahren bewilligten Neubauten könnten seitens der verbündeten Regierungen nicht als ausreichend erachtet werden. Es sei nothwendig, den Sollbestand an Schiffen gesetzlich festzulegen und ebenso den Zeitraum, in welchem er zu schaffen sei. Der erforderliche Sollbestand richte sich nach den Aufgaben der Marine. Zu den Aufgaben, welche in dem Flottengründungsplane von 1873 dargelegt seien:

1. Schutz und Vertretung auf allen Meeren.
2. Vertheidigung der vaterländischen Küsten,
3. Entwickelung des eigenen Offensivvermögens,

sei noch als 4. Aufgabe der Schutz der Kolonieen getreten.

Die seit 1873 eingetretene, ungeahnte Steigerung der Seeinteressen Deutschlands, welche theilweise durch den Aufschwung von Handel und Industrie, theis durch die zunehmende Anlage deutscher Kapitalien im Auslande, die Erwerbung der Kolonieen, das kräftige Aufblühen der Seefischerei und die stetig zunehmende Bevölkerung bedingt sei, erhöhe auch die Möglichkeit von Interessenkonflikten mit anderen Nationen. Eine ernstliche Schädigung deutscher Seeinteressen würde aber heute für das gesammte deutsche Volk unabsehbare Folgen nach sich ziehen. Eine Verstärkung der Marine sei daher unerläßlich.

Zur Wahrnehmung der Seeinteressen des Reiches im Auslande hielt der Gesetzentwurf für erforderlich:

3 große Kreuzer und zwar
  2 in Ostasien,
  1 in Mittel- und Südamerika,
10 kleine Kreuzer und zwar
  3 in Ostasien,
  3 in Mittel- und Südamerika,
  2 in Ostafrika,
  2 in der Südsee,
4 Kanonenoote und zwar
  2 in Ostasien,
  2 in Westafrika,
1 Stationsschiff.

Als Materialreserve für den Auslandsdienst:
3 große Kreuzer,
4 kleine Kreuzer.

Für die heimische Schlachtflotte, welche das Rückgrat der Flotte bildet und der in letzter Stunde immer die Entscheidung über die Seeherrschaft zufallen wird, seien

17 Linienschiffe,
8 Küstenpanzerschiffe,

6 große Kreuzer und
16 kleine Kreuzer,
und als Materialreserve
2 Linienschiffe
nöthig.

Außer diesem Schiffsbestande seien Torpedofahrzeuge, Schulschiffe und Spezialschiffe erforderlich, deren Zahl im Voraus festzulegen nicht zweckmäßig erscheine. —

Der Gesetzentwurf wich inhaltlich insofern von allen früheren Flottenbauplänen ab, als er auch im Interesse eines rechtzeitigen Ersatzes für nicht mehr brauchbare Schiffe ein gewisses Lebensalter für jede der wichtigeren Schiffsklassen gesetzlich festgelegt sehen wollte und ebenso den Umfang der jährlichen Indiensthaltungen nach Zahl und Art der Schiffe, sowie nach dem Indiensthaltungszweck. Auch für den Personalbestand sollten feste Normen geschaffen werden. Als Zeitraum für die Ausführung des Planes wurden 7 Jahre vorgeschlagen.

Die wesentlichen Bestimmungen des Gesetzentwurfes fanden trotz lebhafter Opposition die Zustimmung der Reichstagsmehrheit. Die Ausführungszeit wurde auf Wunsch des Reichstages auf 6 Jahre herabgesetzt.

Der Staatssekretär des Reichs-Marine-Amts, Kontre-Admiral Tirpitz, hatte mit der Ausarbeitung und erfolgreichen Vertretung dieses ersten Flottengesetzes der Marine und dem Reich einen Dienst geleistet, dem der Kaiser durch Ernennung zum Staatsminister die äußere Anerkennung zu Theil werden ließ. —

Im März 1899 wurde das Oberkommando der Marine aufgelöst, weil S. M. der Kaiser sich entschloß, den Oberbefehl über seine Marine von nun an selbst zu führen, wie denjenigen über das Heer. Für die Arbeiten, die bei der Armee dem großen Generalstabe zufallen, wurde der Admiralstab der Marine mit dem Sitz in Berlin errichtet, die Kommandos der Marinestationen der Ostsee und Nordsee erhielten die entsprechenden Funktionen wie die Generalkommandos der Armee.

Das letzte Jahr dieses Jahrhunderts brachte dem deutschen Reich auf mehr oder weniger friedlichem Wege, aber jedenfalls, ohne daß nochmals deutsches Blut darum fließen mußte, das lang und vielumstrittene Samoa, allerdings nicht ohne entsprechende Opfer Deutschlands auf kolonialem Gebiete. Die Insel Tutuila der Samoa-Gruppe wurde den Vereinigten Staaten von Nordamerika überlassen.

Auch die Karolinen, Mariannen und Palau-Inseln kamen durch Kauf an das deutsche Reich, nachdem das einst so stolze, seemächtige und weltbeherrschende Spanien die Sünden seiner Väter mit dem Verluste seiner Stellung als Weltmacht hatte büßen müssen. —

* * *

Der vorstehende kurze Abriß der Geschichte und Geschicke der Kriegsmarine hat weiteren Kreisen darthun wollen, daß Deutschlands Volk auch auf diesem Gebiete im 19. Jahrhunderte Hervorragendes geleistet hat. Möge der Ueberzeugung Raum gewonnen sein, daß die See deutschem Sinne und deutscher Art noch heute verwandt und wohlvertraut ist, wie von Alters her. „Unsere Zukunft liegt auf dem Wasser", wie unsere älteste Vergangenheit.

Der stolze Reichsadler hat sich von seinem Horst am Fels erhoben, und zum Erstaunen der Welt hört man seine Schwingen über dem Meere rauschen. Da und dort hat er bereits seine eisernen Fänge eingeschlagen, und was er packte, hält er fest. Jetzt ist es an der Zeit, dafür zu sorgen, daß sein Flug immer weitere Bahnen ziehen kann und seine Kräfte nicht wieder schwinden.

„Dazu ist uns bitternoth eine starke deutsche Flotte!" Diese Worte, die Kaiser Wilhelm II. am 18. Oktober 1899 in Hamburg beim Taufakte des Panzerschiffes „Kaiser Karl der Große" gesprochen, haben inzwischen Verständniß und Beherzigung in den weitesten Kreisen des Volkes gefunden und durch die Annahme der Novelle von 1900 zum Flottengesetz von 1898 ist ein beträchtlicher Schritt vorwärts zur Festigung und Sicherung der wirthschaftlichen und politischen Zukunft des Reiches geschehen. Ohne solche Opfer verhilft der größte Heldenmuth nicht zum Siege, und die tüchtigste Mannschaft muß wie eine Hekatombe nutzlos verbluten, wenn das Vaterland ihr nicht auch ein gutes, scharfes Schwert mit in den Kampf giebt.

Daß deutsche Seeleute ihr Handwerk verstehen, haben sie oft genug bewiesen, und mit guten Waffen werden sie die Wacht allüberall auf dem Meere so treu halten, wie ihre Väter einst „die Wacht am Rhein" gehalten.

Tafel 1.

Die wichtigeren Kriegsflotten und ihr Bestand an Kampfschiffen und Torpedobooten[1][2]

im Jahre 1900.

	Schiffsgattung.	Deutschland Zahl	England Zahl	Frankreich Zahl	Rußland Zahl	Vereinigte Staaten von Nordamerika Zahl	Japan Zahl
Bestand der Hochseeflotte.	Linienschiffe über 10 000 ts	10	39	22	11	9	5
	" von 7500 ts bis 10 000 ts	—	15	8	7	—	—
	" von 5000 ts bis 7500 ts	5	8	10	—	1	1
	Summe der Linienschiffe	15	62	40	18	10	6
	Panzerkreuzer	5	15	12	11	2	4
	Geschützte Kreuzer über 10 000 ts	—	10	—	—	—	—
	" " von 5500 ts bis 10 000 ts	6	27	6	1	3	—
	" " von 1000 ts bis 5500 ts	10	67	27	3	14	16
	Summe der Kreuzer	21	119	45	15	19	20
	Torpedoschiffe und Fahrzeuge über 400 ts	—	32	22	9	—	2
	Torpedofahrzeuge von 200 ts bis 400 ts	22	91	2	13	4	9
	Summe der Hochseetorpedofahrzeuge	22	123	24	22	4	11
Bestand der Küstenvertheidigungsflotte.	Panzerschiffe von 3000 ts bis 5000 ts	8	8	—	10	6	1
	" unter 3000 ts	13	2	9	6	10	3
	Summe der Küstenvertheidigungs-Panzerschiffe	21	10	9	16	16	4
	Torpedoboote von 90 ts bis 200 ts	47	11	39	53	13	7
	" von 30 ts bis 90 ts	50	65	113	18	5	28
	Summe der Küstenvertheidigungstorpedoboote	97	76	152	71	18	35
	Unterseeische Boote	—	—	4	—	1	—

Anmerkung: [1]) Es sind nur diejenigen Schiffe und Fahrzeuge berücksichtigt, welche einen Werth für den Kampf haben. Geschützte Kreuzer unter 1000 ts, ungeschützte Kreuzer und Torpedoboote unter 30 ts sind deshalb fortgelassen.
[2]) Die Zahl der Torpedoboote ist nicht überall ganz zuverlässig.

Die geplanten und die in Angriff genommenen Schiffsneubauten der wichtigeren Kriegsflotten

im Jahre 1900.[1][2]

Tafel 2.

	Schiffsgattung.	Deutschland[3] Zahl	England Zahl	Frankreich Zahl	Rußland Zahl	Vereinigte Staaten von Nordamerika Zahl	Japan Zahl
Neubauten für die Hochseeflotte.	Linienschiffe über 10 000 ts	23	9	1	9	8	1
	" von 7500 ts bis 10 000 ts	—	—	—	—	—	—
	" von 5000 ts bis 7500 ts	—	—	—	—	—	—
	Summe der Linienschiffe	23	9	1	9	8	1
	Panzerkreuzer	7	14	12	1	6	2
	Geschützte Kreuzer über 10 000 ts . .	—	—	—	—	—	—
	" " von 5500 ts bis 10 000 ts	—	—	—	9	3	—
	" " von 1000 ts bis 5500 ts	14	3	2	4	6	5
	Summe der Kreuzer	21	17	14	14	15	7
	Torpedoschiffe und Fahrzeuge über 400 ts	—	—	—	—	—	—
	Torpedofahrzeuge von 200 ts bis 400 ts	102	17	30	29	19	8
	Summe der Hochseetorpedoboote	102	17	80	29	19	8
Neubauten für die Küstenvertheidigungsflotte.	Panzerschiffe von 3000 ts bis 5000 ts	—	—	—	1	4	—
	" unter 3000 ts	—	—	—	—	—	—
	Summe der Küstenvertheidigungs-Panzerschiffe	—	—	—	1	4	—
	Torpedoboote von 90 ts bis 200 ts . .	—	—	10	25	13	18
	" 30 ts bis 90 ts	—	2	16	—	—	47
	Summe der Küstenvertheidigungs-Torpedoboote	—	2	26	25	13	65
	Unterseeische Boote	—	—	15	—	7	—

Anmerkung: [1]) Wie 1) zu Tafel 1.
[2]) Wie 2) zu Tafel 1.
[3]) Geplant bis zum Jahre 1917 (ohne Berücksichtigung der Ersatzbauten, soweit die Ersatzschiffe derselben Klasse angehören, wie diejenigen Schiffe, an deren Stelle sie treten.)

Schiffsliste der deutschen Kriegsflotte im Jahre 1900.[1]

Tafel 8.

Lfd. No. in der Flotte	Lfd. No. in der Gattung	Schiffsgattung und Schiffsname	Jahr des Stapellaufs	Wasserverdrängung in Tonnen	Indicirte Pferdekräfte	Geschwindigkeit in Seemeilen	Anzahl der Geschütze über 20 cm Kaliber	von 10 bis 20 cm Kaliber	unter 10 cm Kaliber	Zahl der Torpedo-Ausstoßrohre	Stärke der Besatzung
		Linienschiffe 1. Klasse.									
1	1	Brandenburg	91	10200	9000	16,5	6	6	28	6	568
2	2	Kurfürst Friedrich Wilhelm	91	10200	9000	16,5	6	6	28	6	568
3	3	Wörth	92	10200	9000	16,5	6	6	28	6	568
4	4	Weißenburg	91	10200	9000	16,5	6	6	28	6	568
5	5	Kaiser Friedrich III.	96	11200	13000	18,0	4	18	32	6	657
6	6	Kaiser Wilhelm II.	97	11200	13000	18,0	4	18	32	6	657
7	7	Kaiser Wilhelm der Große	99	11200	13000	18,0	4	18	32	6	657
8	8	Kaiser Karl der Große	99	11200	13000	18,0	4	18	32	6	657
9	9	Kaiser Barbarossa	00	11200	13000	18,0	4	18	32	6	657
10	10	Wittelsbach	00	11900	14000	18,0	4	18	32	6	651
11	11	„D"	im Bau	11900	14000	18,0	4	18	32	6	651
12	12	„E"	im Bau	11900	14000	18,0	4	18	32	6	651
13	13	„F"	im Bau	11900	14000	18,0	4	18	32	6	651
14	14	„G"	im Bau	11900	14000	18,0	4	18	32	6	651
		Linienschiffe 3. Klasse.									
15	1	Baden	80	7500	6000	15,0	4	—	22	5	440
16	2	Bayern	78	7500	6000	15,0	4	—	22	5	440
17	3	Sachsen	77	7500	6000	15,0	4	—	22	5	440
18	4	Württemberg	78	7500	6000	15,0	4	—	22	5	440
19	5	Oldenburg	84	5600	3900	13,0	8	—	14	4	390
		Küstenpanzerschiffe.									
20	1	Aegir	95	3600	4800	15,0	3	—	16	3	280
21	2	Odin	94	3600	4800	15,0	3	—	16	3	280

Lfd. No. in der Flotte	Lfd. No. in der Gattung	Schiffsgattung und Schiffsname	Jahr des Stapellaufs	Wasserverdrängung in Tonnen	Indicirte Pferdekräfte	Geschwindigkeit in Seemeilen	Anzahl der Geschütze über 20 cm Kaliber	Anzahl der Geschütze von 10 bis 20 cm Kaliber	Anzahl der Geschütze unter 10 cm Kaliber	Zahl der Torpedo-Ausstoßrohre	Stärke der Besatzung
22	3	Siegfried	89	3600	4800	15,0	3	—	12	4	280
23	4	Beowulf	90	3600	4800	15,0	3	—	12	4	280
24	5	Hildebrand	92	3600	4800	15,0	3	—	14	4	280
25	6	Frithjof	91	3600	4800	15,0	3	—	14	4	280
26	7	Heimdall	92	3600	4800	15,0	3	—	14	4	280
27	8	Hagen	93	3600	4800	15,0	3	—	14	4	280
		Panzerkanonenboote.									
28	1	Biene	76	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
29	2	Viper	76	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
30	3	Wespe	76	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
31	4	Mücke	77	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
32	5	Skorpion	77	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
33	6	Basilisk	78	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
34	7	Kamäleon	78	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
35	8	Krokodil	79	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
36	9	Natter	80	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
37	10	Salamander	80	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
38	11	Hummel	81	1100	700	9,0	1	—	4	2	90
39	12	Bremse	84	900	1200	15,0	1	—	5	1	80
40	13	Brummer	84	900	1200	15,0	1	—	5	1	80
		Kreuzer 1. Klasse[2]**.**									
41	1	König Wilhelm (Panzer-Kreuzer)	68	9800	8400	15,0	22	1	26	5	730
42	2	Kaiser (Panzer-Kreuzer)	74	7700	8000	14,0	8	7	21	5	650
43	3	Deutschland (Panzer-Kreuzer)	74	7700	8000	14,0	8	8	28	5	650
44	4	Fürst Bismarck (Panzer-Kreuzer)	97	10700	13500	18,75	4	12	24	6	578
45	5	Prinz Heinrich (Panzer-Kreuzer)	00	9000	15000	20,5	2	10	24	6	528
46	6	„B“ (Panzer-Kreuzer)	im Bau	9100	16200	21,0	4	10	26	4	550

Lfd. No. in der Flotte	Lfd. No. in der Gattung	Schiffsgattung und Schiffsname		Jahr des Stapellaufs	Wasserverdrängung in Tonnen	Indicirte Pferdekräfte	Geschwindigkeit in Seemeilen	Anzahl der Geschütze über 20 cm Kaliber	Anzahl der Geschütze von 10 bis 20 cm Kaliber	Anzahl der Geschütze unter 10 cm Kaliber	Zahl der Torpedo-Ausstoßrohre	Stärke der Besatzung
		Kreuzer 2. Klasse.										
47	1	Kaiserin Augusta	Geschützte Kreuzer.	92	6100	14100	21,5	—	12	16	5	440
48	2	Vineta	Geschützte Kreuzer.	98	5900	10000	19,0	2	8	24	3	460
49	3	Hansa	Geschützte Kreuzer.	98	5900	10000	19,0	2	8	24	3	460
50	4	Freya	Geschützte Kreuzer.	97	5600	10000	19,0	2	8	24	3	460
51	5	Viktoria Louise	Geschützte Kreuzer.	97	5600	10000	19,0	2	8	24	3	460
52	6	Hertha	Geschützte Kreuzer.	97	5600	10000	19,0	2	8	24	3	460
53	7	Irene	Geschützte Kreuzer.	87	5000	9000	18,0	—	12	15	3	370
54	8	Prinzeß Wilhelm	Geschützte Kreuzer.	87	4800	9000	18,0	—	12	15	3	370
		Kreuzer 3. Klasse.										
55	1	Gefion (Geschützter Kreuzer)		93	4100	9000	20,5	—	10	14	2	300
56	2	Arkona	Ungesch. Kreuzer	85	2400	2400	13,0	—	14	6	—	270
57	3	Alexandrine	Ungesch. Kreuzer	85	2400	2400	13,0	—	14	6	—	270
58	4	Gazelle	Geschützte Kreuzer.	98	2700	6000	20,0	—	10	18	2	210
59	5	Nymphe	Geschützte Kreuzer.	99	2700	8000	21,0	—	10	14	2	259
60	6	Niobe	Geschützte Kreuzer.	99	2700	8600	21,5	—	10	14	2	259
61	7	Thetis	Geschützte Kreuzer.	00	2700	8000	21,0	—	10	14	2	259
62	8	Ariadne	Geschützte Kreuzer.	00	2700	8000	21,0	—	10	14	2	259
63	9	Medusa	Geschützte Kreuzer.	00	2700	8000	21,0	—	10	14	2	259
64	10	Amazone	Geschützte Kreuzer.	00	2700	8000	21,0	—	10	14	2	259
		Kreuzer 4. Klasse.										
65	1	Falke	Ungesch. Kreuzer.	91	1600	2800	15,0	—	8	7	2	160
66	2	Bussard	Ungesch. Kreuzer.	90	1600	2800	15,0	—	8	7	2	160
67	3	Seeadler	Ungesch. Kreuzer.	92	1600	2800	15,0	—	8	7	2	160
68	4	Kondor	Ungesch. Kreuzer.	92	1600	2800	15,0	—	8	7	2	160

Lfd. No.		Schiffsgattung und Schiffsname		Jahr des Stapellaufs	Wasserverdrängung in Tonnen	Indicirte Pferdekräfte	Geschwindigkeit in Seemeilen	Anzahl der Geschütze			Zahl der Torpedo-Ausstoßrohre	Stärke der Besatzung
in der Flotte	in der Gattung							über 20 cm Kaliber	von 10 bis 20 cm Kaliber	unter 10 cm Kaliber		
69	5	Kormoran	Ungesch. Kreuzer.	92	1600	2800	15,0	—	8	7	2	160
70	6	Geier		94	1600	2800	16,0	—	8	7	2	160
71	7	Schwalbe		87	1300	1500	14,0	—	8	7	—	120
72	8	Sperber		88	1300	1500	14,0	—	8	7	—	120
		Avisos.										
73	1	Hela (Geschützt. Kreuzer) . . .		95	2000	6000	20,0	—	—	12	3	180
74	2	Greif		86	2000	5500	19,0	—	—	12	—	170
75	3	Blitz		82	1400	2700	17,0	—	—	10	3	140
76	4	Pfeil		82	1400	2700	17,0	—	—	10	3	140
77	5	Wacht (Geschützt. Kreuzer) . .		87	1300	4000	19,0	—	—	6	3	140
78	6	Jagd (" ") . .		88	1300	4000	19,0	—	—	6	3	140
79	7	Ziethen		76	1000	2400	15,0	—	—	6	2	120
80	8	Komet (Geschützt. Kreuzer) . .		92	1000	4500	19,0	—	—	6	3	120
81	9	Meteor (" ") . .		90	1000	5000	19,0	—	—	6	3	120
		Kanonenboote.										
82	1	Habicht		79	855	600	10,0	—	5	5	—	130
83	2	Iltis.		98	900	1300	13,5	—	2	8	—	127
84	3	Jaguar		98	900	1300	13,5	—	2	8	—	127
85	4	Tiger		99	900	1300	13,5	—	2	8	—	127
86	5	Luchs		99	900	1300	13,5	—	2	8	—	127
87	6	„A"		im Bau	1000	1300	13,5	—	2	8	—	127

Außerdem: 119 Torpedodivisions- und Torpedoboote. — 17 Schulschiffe zur Ausbildung von Kadetten und Schiffsjungen und zur Ausbildung im Artillerie-, Torpedo- und Minendienst. — 7 Spezialschiffe als Kaiserliche Yachten, Minen- und Transportschiffe, Vermessungs- und Stationsschiffe. — 5 Hafenschiffe (d. h. solche älteren Kriegsschiffe, welche zum Dienst auf hoher See oder bei der Flotte nicht mehr tauglich sind.)
Dampf- und Segelschiffe zum Werft-, Wacht-, Lootsen- und Hülfsdienst.

Anmerkungen. [1] Die Zahlenangaben sind der besseren Uebersichtlichkeit wegen abgerundet, auch haben sie nicht alle die Zuverlässigkeit amtlicher Angaben.
[2] No. 41—52 werden zusammengefaßt unter der Bezeichnung „Große Kreuzer", No. 53—81 unter der Bezeichnung „Kleine Kreuzer".

Das Deutsche Jahrhundert
Abtheilung VIII.

Geschichte der Kriegskunst

im

neunzehnten Jahrhundert

von

Carl Bleibtreu.

Berlin 1901.
Verlag von F. Schneider & Co.
H. Klinsmann.

„Die Armee war schon so schön, daß sie sich am liebsten mit ganz Europa geschlagen hätte", heißt's in den Memoiren eines französischen Veteranen über die Zeit des Consulats. Diesem Wunsche willfahrte Napoleon nur zu gern. Auf der Schwelle des Jahrhunderts und seiner beispiellosen Laufbahn, gab ihm der Sieg von Marengo die Vorherrschaft nicht nur in Frankreich. Als aber sein Empire errichtet und mitten im Frieden lustig weiter annectirt, Oesterreich ganz aus Italien und politisch aus Deutschland verdrängt werden sollte, wurde die Absicht, sein Imperatorthum über Europa zu erstrecken, so durchsichtig, daß alle Großmächte sich zu neuer Coalition entschlossen. Auf das naive Geständniß Talleyrands: „Frankreich achtet wie der Ocean nicht ohnmächtiger Dämme, sondern setzt sich seine Grenzen selbst",

Napoléon, Bonaparte, geb. 15. 8. 1769 zu Ajaccio (nach anderen Quellen 16. 1. 1768 zu Corte) auf Corsica, seit 1779 Zögling der Kriegsschule zu Brienne, 1786 Lieutenant, 1792 Artilleriehauptmann, zeichnete sich 1794 vor Toulon aus, wurde dreimal wegen Insubordination aus der Armeeliste gestrichen, war aber 1795 bei dem Vendemiaireputsch in Paris betheiligt, erhielt in Folge seiner Heirath mit Josefine Beauharnais 1796 den Oberbefehl der Armee von Italien, die man endgültig verloren glaubte, offenbarte aber plötzlich die Allmacht seines Genies in unerhörtem Siegesflug von Nizza bis Mantua, ganz Italien unterwerfend, schloß am 18. 4. 1797 den Waffenstillstand zu Leoben, am 17. 10. den Frieden von Campo Formio, wandte sich 1798 nach Aegypten, vermochte sich aber in Folge der Vernichtung seiner Flotte bei Abukir dort nicht zu halten; kehrte nach Paris zurück, wo er 1799 am 18. Brumaire (9. 11.) das Direktorium stürzte und dadurch die Herrschaft an sich riß, ließ sich 1800 zum ersten Konsul auf 10 Jahre ernennen, zwang die Oesterreicher durch seinen Sieg bei Marengo 1800 zum Frieden von Lüneville, 1802 Konsul auf Lebenszeit, 1804 erblicher Kaiser der Franzosen, siegte über Oesterreicher und Russen am 2. 12. 1805 bei Austerlitz, zwang durch die Siege am 14. 6. 1806 bei Jena, am 14. 7. 1807 bei Friedland Preußen und

antwortete an allen französischen Grenzen die englisch-östreichisch-russische Kriegserklärung im Herbst 1805. Sie fand Napoleon vorbereitet. 1801 hatte seine militärische Reorganisation begonnen, die geniale Willkür der neuschöpferischen revolutionären Taktik in feste Formen umzugießen. Ein neues Gewehrmodell ward eingeführt, die „Halbbrigade" aufgehoben, die Division — bisher die höchste taktische Einheit — zum Armeecorps aller drei Waffengattungen erweitert, schwere Artillerie und schwere Kavallerie als Armeereserve an selbständige Körper geballt. Die Schützenschwärme der Revolution gewannen noch eine besondere Ausprägung, indem jedes Bataillon eine Voltigeurcompagnie erhielt. Diese kleinsten und leichtesten Leute sollten vereint mit leichten Reitern als berittene Infanterie operiren, indem sie im Nothfalle auf deren Pferde mitauffaßen. (Beim berühmten Gewaltmarsch Lannes' von Oranienburg nach Prenzlau trat ähnliches wirklich in Erscheinung.) Außerdem gab es noch starke Dragonerdivisionen, die auf Fußgefecht eingedrillt waren. Alle Uebungen vollzog man seit 1803 im berühmten Lager von Boulogne, das England mit naher Landung bedrohte. Die Leitung dort hatte hauptsächlich Marschall Soult, Napoleons weitaus begabtester Führer, dessen überragender Bedeutung man noch nicht ganz gerecht geworden ist. Dessen Armeecorps, am stärksten formirt, begann auch den überraschenden Eilmarsch, den Napoleon plötzlich von Boulogne nach dem

Rußland zum Frieden von Tilsit, errichtete den Rheinbund, sowie die Königreiche Holland, Neapel und Westphalen, stürzte 1808 die spanischen Bourbonen, warf 1809 Oestreich noch einmal nieder durch die Schlacht bei Wagram (5. u. 6. 7. 1809), vermählte sich 1. 4. 1810 mit Maria Luise, Tochter des Kaiser Franz I., nachdem er sich am 15. 12. 1809 von Josefine hatte scheiden lassen, 1812 Zug nach Rußland, 1813 in der Völkerschlacht bei Leipzig 16.—19. 10. von den Verbündeten geschlagen, 1814 am 11. 4. zu Fontainebleau zur Abdankung gezwungen und nach Elba verbannt, 1815 am 1. 3. Rückkehr nach Frankreich, mußte nach der Schlacht von Belle-Alliance 18. 6. 1815 wiederum abdanken, versuchte vergeblich nach Amerika zu entkommen, wurde an Bord des Bellerophon nach St. Helena gebracht, wo er 5. 5. 1821 starb. — Werke: Oeuvres 6 Bde. 1821. u. 22. — Mémoires p. servir à l'histoire de France sous Napoléon, écrits à Ste. Hélène, sous la dictée de l'empereur 8 Bde. 1822—25; deutsch 9 Bde. 1823—25; Milit. Schriften herausg. v. Boie 11. Aufl. 1893. — Briefwechsel: Correspondance de N. I. 32 Bde. 1858—70. Correspondance inédite 2 Bde. 1898; Auswahl deutsch 3 Bde. 1868. — Literatur: Norvins, histoire de N. 21. Aufl. 1851; deutsch 1841; Jomini, histoire de N. 1827, deutsch 1828; Scott, life of N. 1827; deutsch 1871; Thibandeau, Vie de N. 1828; deutsch 1830; Thiers, histoire du consulat et de l'empire 21 Bde.; deutsch 1846; Bleibtreu, N. bei Leipzig 1885; Lanfrey, histoire de N. 3 Bde. 1860; deutsch 1885; York v. Wartenburg, N. als Feldherr 2 Bde. 2. Aufl. 1888; Fournier, N. 3 Bde. 1889; Vandal, N. et Alexander I. 3 Bde. 1891—96; Taine, le régime moderne 2 Bde. 1894; Wolseley, fall and decline of N. 1894; Lacroix, die Marschälle N.s 1898; Las Cases, das Tagebuch von St. Helena deutsch 1899; Colin, Education militaire d. N. 1900.

Rhein durchführte, während die Bayern überschwemmende östreichische Streitmacht unter dem unfähigen Mack den Feind noch fern am Kanal wähnte. Aus Holland rückte gleichzeitig Corps Marmont über Mainz, aus Hannover Corps Bernadotte nach Würzburg, ungenirt das preußische Gebiet von Ansbach durchquerend. Ohne einen Nachzügler zu verlieren, gelangte Soult nach Speier; kaum war der Rheinübergang bewerkstelligt, als er auch schon nach Bruchsal weiterrückte. Die Reservereiterei Murats, die Corps Davout, Ney, Lannes umkreisten bald die Stellung von Ulm, wo Mack passiv sich festgelegt hatte. Durch die große Umgehung vom Schwarzwald her von seiner Rückzugslinie südwärts der Donau und nordwärts derselben durch Bernadotte abgeschnitten, sah Mack sein Heer Stück für Stück im Einzeltreffen zerrieben und kapitulirte mit dem Rest am 17. October. Mittlerweile hatte die östreichische Hauptarmee in Italien unter Erzherzog Karl zwar den Marschall Massena bei Caldiero abgeschlagen, aber trat in Folge der deutschen Ereignisse den Rückzug nach Ungarn an. Das Corps von Jellachic in Vorarlberg ward bald darauf durch Augereau zur Waffenstreckung gezwungen, ungehindert ergossen sich die französischen Waffen bis Wien, das am 13. November durch Lannes und Murat überrumpelt wurde. Die russische Hülfsarmee unter Kutusow ging bis Mähren zurück, während sie allerdings bei Dürrnstein gegen das isolirt marschirende Corps Mortier einen Theilerfolg errang und ihre Nachhut unter Bagration bei Hollabrunn sich rühmlich wehrte. Marmont und Ney deckten die Etappenlinie in Steiermark und Tyrol gegen die Erzherzöge Karl und Johann, denen Massena folgte. Davout bewachte Wien und Preßburg, Bernadotte stand seitwärts in Böhmen, so daß Napoleon bei Brünn nur Soult, Lannes, die Garde und Murat behielt. Die Verbündeten bei Olmütz verstärkten sich zusehends. Zar Alexander und Kaiser Franz trafen persönlich ein und 89 000 Russen und Oestreicher (nach andern Quellen 83 000) wollten den Beitritt des zögernden Preußen nicht abwarten, sondern gingen zur Offensive über. Napoleon berechnete, daß man ihn umfassen wolle, um ihn von Wien abzuschneiden, und daß man sich daher in Colonnen theilen werde; deshalb ging er in eine schlechte Thalstellung bei Austerlitz vor der Pratzener Hochfläche zurück, um die Verbündeten durch das Gelände selber noch mehr zu Theilung zu verlocken. Eilig rief er Bernadotte und Davout zu sich, Letzterer konnte jedoch nur noch Division Friant und Dragonerdivision Bourcier in beispiellosem Gewaltmarsch von Nikolsburg nach Brünn heranbringen und zwar langte er auf dem eigentlichen

Mack, Karl, Freiherr M. von Leiberich, geb. 24. 8. 1752 zu Menslingen, 1770 in östr. Dienste, 1783 in den G.-St. versetzt, 1793 G.-Stabschef in den Niederlanden, 1805 an der Spitze des östr. Heeres am 14. u. 15. 10. geschlagen, zog sich Ulm zurück, kapitulirte aber schon am 17. 10., auf sein Ehrenwort entlassen, wurde er vor ein Kriegsgericht gestellt, zu acht Jahren Festung verurtheilt, vom Kaiser jedoch nach zwei Jahren begnadigt, starb am 22. 10. 1828.

Schlachtfeld erst am 2. December morgens an, als die Schlacht schon begonnen hatte. Napoleons Stärke wird sehr verschieden angegeben, doch dürfte sie 75 000 Mann betragen haben. Der rechte Flügel Napoleons, gegen den sich der Hauptstoß richten sollte, bestand nur aus Soults Division Legrand, die sich am Goldbach bei Sokolnitz und Telnitz defensiv halten und von Davout unterstützt werden sollte. Auch auf der Linken sollte Lannes sich vorerst defensiv verhalten, zu welchem Zweck er den dortigen Santonhügel verschanzt hatte. Im Centrum aber lauerte Soult mit zwei Divisionen, Bernadotte seitwärts neben ihm, hinter sich die Garde, auf das Signal, offensiv das feindliche Centrum zu durchstoßen. „Sie eröffnen den Ball", sagte ihm Napoleon — „Sire, ich wünsche mir Glück dazu." Die Dreikaiserschlacht umhüllte anfangs wirrer Nebel; aber als die sprüchwörtlich gewordene Sonne von Austerlitz durchbrach, beleuchtete sie schon das Verderben der Verbündeten.

Um 6 Uhr früh hatte die östreichische Avantgarde Kienmayer (5 Bat. 14 Esc.) Soults schwache Reiterbrigade geworfen, Telnitz genommen. Die fünf großen Theilkolonnen der Verbündeten langten jedoch sehr unregelmäßig an. Kolonne Dochturow überschritt allerdings um 7 Uhr mit 24 Bat. den Goldbach und Legrand wankte. Kolonne Langeron (12 Bat.) zögerte jedoch so lange vor Sokolnitz, bis Friant und die sechs Dragonerregimenter Bourciers dort zuvorkamen. Die 1. Dragoner attakirten mit Erfolg, Brigade Heudelet bemächtigte sich Telnitz wieder. Infolge des Nebels feuerten jedoch Truppen Legrands auf Heudelet, der sich umgangen glaubte und Telnitz räumte. Langeron erzwang jetzt den Eintritt in Sokolnitz, Kienmayer und Dochturow drangen vor, eine allgemeine Attake Bourciers hielt sie nicht auf, bis BrigadeLochet unter persönlichem Kommando Friant's sie über den Bach zurückwarf. Brigade Kister drang aufs Plateau von Sokolnitz nach und griff die eben erst eintreffende Kolonne Prebischewski von dieser Seite an, die schon einen andern Gegner gegen sich hatte. Mittlerweile nämlich hatte Soult Division St. Hilaire um 8 Uhr aufmarschiren lassen. „Noch ist's nicht Zeit" lehnte er Napoleons Angriffsordre ab, dem er vorher auf die Frage, wieviel Zeit er zur Ersteigung der Höhen brauche, genau berechnet hatte: „25 Minuten". Kaum aber entwickelten sich die ersten russischen Bataillone Novgorod und Apcheron auf der Hochfläche, als Brigade Thiébaut im ersten Anlauf Pratzen eroberte, 9 Uhr. Brigade Morand, nachfolgend, kam durch Gegenstoß Kutusows in Bedrängniß, um 10 Uhr behauptete jedoch das glänzende 36. Rgt. Thiébauts, das am heutigen Tage das Muster-Regiment der Muster-Schlacht genannt zu werden verdient, die Höhen und die Pratzener Kirche, alle Gegenstöße bis 11 Uhr abweisend. Jetzt griff auch Vandamme weiter westlich ein und gerieth mit der östreichischen Kolonne Kollowrath aneinander, die sich auch seitwärts gegen Thiébaut um 1 Uhr wendete. Bis Mittag verlief die Krisisstunde mit sich steigernder Heftigkeit. Die Austro-Russische Reiterei unter Fürst Lichtenstein, unterstützt von

der Russischen Garde zu Pferde und zu Fuß, prallte hitzig auf Bernadottes Division Rivaut, während Kolonne Bagration ganz westlich sich in grimmigem Kampf mit Suchet (Lannes) verwickelte. Die verbündete Reiterei ritt mehrere Karrees nieder, sogar der Adler des 4. Linienregiments ging verloren, das Fußvolk Cafarellis (Lannes) wies jedoch die Attacke ab und nun warf sich Murat mit ganzer Wucht ins Getümmel. In diesem großen Reitergefecht gingen allerdings die Chevaliergarden des Zaren unter den Säbeln der Gardejäger zu Pferd und der Mameluckenschwadron zu Grunde, ihr Commandeur Fürst Repnin ward gefangen. Aber die Gardejäger, welche Napoleons General-Adjudant Rapp selber vorführte, hatten selbst den größten Verlust aller Reiterkörper am heutigen Tage, ihr Commandeur General Morlan fiel. Doch bei Pratzen lag die Entscheidung und Napoleon schob dorthin die Hälfte Bernadottes (Drouet d'Erlon) nach. Schon aber entschied sich dort der Kampf, die russischen Sturmkolonnen wurden vom 36. und 40. de ligne abgeschlagen und verloren drei Batterien, General St. Hilaire selbst und Brigadier Thiébaut, ebenso der tapfere Oberst des 36. wurden verwundet, doch mit den frischen Verstärkungen überwältigte man jetzt Kollowrath dermaßen, daß er 26 Off. 1886 M. tot u. verw. 50 Off. 470 gefangen einbüßte. Nunmehr wandte sich St. Hilaire rechts und fiel dem russischen linken Flügel in Flanke und Rücken, Kolonne Prebischewski, gleichzeitig von Friant gepackt, legte umzingelt die Waffen nieder, 6000 Gefangene. Das 36. Regiment eroberte hierbei die sechste Batterie und dreizehnte Fahne an diesem Tage. Nun kam auch Dochturow in die Klemme. Napoleon ließ die Gardeartillerie, die mit Garde und Reservegrenadiercorps Oudinot nachrückte — „ohne an diesem Tage einen Schuß zu thun", sagt das unzuverlässige Bulletin bezüglich der Infanteriereserve — von den Pratzener Höhen ein vernichtendes Feuer eröffnen. Nach Auflösung des Centrums sah sich die russische Linke allseits umfaßt, durch das keilförmige Nachdrängen Soults an rückwärtige Teichdefileen geklemmt und fiel der Vernichtung anheim. Nur die Rechte, Bagration, entkam heil nach Austerlitz. Den Franzosen, die 133 Geschütze, 50 Fahnen eroberten, kostete ihr großer Sieg etwa 8000 Mann. Daß Soult allein 6000 verlor, wie St. Chamans meint, widerlegen wir einfach dadurch, daß die meistengagirte Brigade Thiébaut nur 1017, die ganze Division St. Hilaire 1828 Köpfe verlor. Auch Suchet verlor äußerst wenig, sein 64. Rgt. am Santon nur 88 Köpfe. Der feindliche Verlust wird mit 27 000 wohl zu niedrig angesetzt; 35 000 dürfte das Richtige sein. Der Feldzug war natürlich beendet, das Russenheer löste sich in Banden auf.

Nach Demüthigung der zwei Kaisermächte galt es für den Welteroberer, der 1806 sein Protektorat über Deutschland durch den Rheinbund festigte, noch Preußen niederzuwerfen. So seltsam es klingt, Napoleon selber überschätzte diesen Gegner und in Deutschland, wo von Französelei noch wenig zu finden war, hoffte alles auf preußische Siege. Die schnöde Enttäuschung verleitete dann nachher zu der

historischen Legende, als ob Preußens Heer keinen Schuß Pulver werth gewesen sei; das ist nicht richtig: die Armee als solche war gut und brav, wie irgend eine andre aus Kasernendienst hervorgegangene reguläre eines Kastenstaats, enthielt auch viel ausgezeichnete Elemente. Die Unbildung, über die man so viel gespottet hat, war im französischen Heere sicher größer, das viel mehr Analphabeten zählte, und die Militärwissenschaft preußischer Führer dürfte gediegener gewesen sein. Man braucht nur den Bauernsohn Scharnhorst, der freilich 1806 als Generalstabschef eine wenig beneidenswerthe Stellung einnahm, die bürgerlichen Gneisenau und York (beide von mehr als zweifelhaftem „Adel") zu nennen. Aber um solche Kräfte in einem Junkerstaat an die Spitze zu bringen, bedurfte es gründlicher Umwälzung und selbst die dämonische Urkraft, die im Junker Blücher steckte, konnte erst in harter Noth aus ihm herausgehämmert werden. Der wahre entscheidende Mangel beruhte nur in der Oberführung; das wird aber in jedem stehenden Heere die Regel bilden, so lange hierarchischer Rang und Anciennitätsrechte entscheiden. Der König selber besaß gesunden militärischen Instinkt, ward aber von den greisen Generalen ob seiner Jugend nicht beachtet und sein bescheidener Sinn noch mehr eingeschüchtert. Ein greiser Herzog von Braunschweig und seine greisen Unterführer Fürst Hohenlohe und der Junkertypus Rüchel — solche Leute sollten dem größten Feldherrn aller Zeiten und einem aus der Revolution hervorgegangenen Volksheer die Spitze bieten, dessen kurze harte Trommelwirbel ganz Europa über den Haufen rannten.

Die innere Organisation der unübertrefflichen Legionen erwies sich schon beim Aufmarsch als großartig, während die preußische Mobilisirung allerorts stockte und die in Thüringen versammelte Masse nur 130 000 Mann betrug, obschon im Ganzen 215 000 zur Verfügung standen. Die Reservecorps Herzog v. Weimar und Herzog v. Württemberg waren noch garnicht heran, dagegen stand das Con-

Scharnhorst, Gerhard Johann David von, geb. 12. 11. 1756 zu Bordenau in Hannover, Sohn eines Pächters, 1780 hannoverscher Lieutenant, zeichnete sich 1794 bei Vertheidigung von Menin aus, trat 1801 in preußische Dienste, wurde Direktor der Kriegsakademie, 1804 Oberst und geadelt, 1806 Generalstabschef des Herzogs von Braunschweig, bei Auerstädt verwundet, führte er später das Korps Lestocq, trat 1807 an die Spitze der Reorganisation 1810 Chef des Generalstabs der Armee, organisierte 1813 die freiwilligen Jägerkorps und die Landwehr, starb am 28. 6. 1813 an den Folgen der am 2. 5. bei Lützen empfangenen Verwundung. — Werke: Handbuch f. Offiziere i. d. angewandten Theilen der Kriegswissenschaften 3 Bde. 1781—90 (4. Aufl. 4 Bde. 1815—29); Militairisches Taschenbuch z. Gebrauch i. Felde 1793 (3. Aufl. 1815); Neues militair. Journal 1788; Militairische Denkwürdigkeiten 6 Bde. 1797—1805; Die Wirkung des Feuergewehrs 1813. — Literatur: Lehmann, Sch. 2 Bde. 1886—87; Boéen, Beiträge zur Kenntniß d. Generals v. Sch. 1833; Clausewitz, Ueber Leben und Charakter von Sch. 1832. Buchner, Sch. 1894.

tingent des verbündeten Sachsen im Corps Hohenlohe. Kaum traf der kaiserliche Courir am 27. September den Marschall Soult auf der Straße nach Regensburg, als der kundige Führer auch schon in der nächsten Dorfschenke mit bewundernswerther Schnelle die genauesten Marschdirektiven bis ins kleinste Detail entwarf. Schon am 1. October waren alle von Landshut bis Passau garnisonirenden Truppen vereint, am 2. gings nach Amberg, um am 7. in Bayreuth einzurücken. Mit gleicher Schnelle rückten Lannes, Bernadotte, Augereau, Davout, Murat und Garde an, indeß die Rheinbundsvölker unter Lefebvre noch im Rückhalt blieben. Der Meister ging in drei Kolonnen vor, die jedoch innerlich zusammenhingen und sich immer enger naherückten, je näher man der Saale kam, wo Preußens Heeresleitung tüftelte und zögerte. Die Linke Napoleons ging über Koburg, die Mitte auf Schleiz über Bamberg, die Rechte auf Hof. Er plante ein neues Marengo: den Feind von seinem Hinterland abzuschneiden. Der Gegner that, was Kopflosigkeit in solchen Fällen thut, nämlich nichts! Auf dem rechten Saaleufer umgangen, ging man parallel auf Weimar zurück; Hohenlohe bei Jena sollte diesen Flankenmarsch decken. Seine Avantgarde unter Prinz Louis Ferdinand ward am 10. Oktober bei Saalfeld von einer Minderzahl (nur Division Suchet von Lannes) zersprengt, ebenso erlitt Tauentzien bei Schleiz gegen Division Drouet (Bernadotte) erhebliche Nachtheile und die leichte Reiterei Lasalle's streifte schon bis Leipzig. Am 13. hatte Braunschweig immer noch nicht den Saalepaß von Kösen besetzt und setzte sich schwerfällig dorthin in Bewegung, als der weit rechts vorgekommene Davout bereits durch das wichtige Defilee aufs linke Ufer vorbrach. Gleichzeitig fand Lannes, unermüdlich vordrängend, trotz brieflicher

Gneisenau, August, Graf Neithardt von, geb. 27. 10. 1760 zu Schilbau, trat 1780 in ansbachische Dienste, machte den Krieg in Amerika mit, 1786 in preußischen Dienst, vertheidigte 1807 Kolberg, dann Chef des Ingenieurkorps, wurde in die Kommission zur Reorganisation berufen, schrieb 1811 die berühmte Denkschrift zur Empfehlung der Miliz, 1813 Blüchers Generalstabschef, als welcher er sich unsterbliche Verdienste erwarb, 1814 in den Grafenstand erhoben, 1815 leitete er die Verfolgung der Franzosen nach Waterloo, 1825 General-Feldmarschall, starb am 24. 8. 1831 zu Posen. — Briefwechsel: G.s Briefe an Siegling 1894. — Literatur: Pertz, Das Leben Gneisenau's 5 Bde. 1864—1880; Delbrück, D. Leben Gn. 2. Aufl. 1894.

Yorck von Wartenburg, Hans David Ludwig, Graf, geb. 26. 9. 1759 zu Potsdam, 1779 als preuß. Lieutenant wegen Insubordination kassiert, 1783—84 in holländischen Diensten in Indien, trat 1787 wieder ins preußische Heer ein, 1810 Generalinspektor der leichten Truppen, 1812 Befehlshaber des preuß. Hülfskorps in Rußland, schloß am 30. 12. 1812 die Konvention von Tauroggen ab, trug am 26. 8. 1813 wesentlich zum Sieg an der Katzbach bei, zeichnete sich bei Möckern und am 30. 3. 1814 vor Paris aus, in den Grafenstand erhoben, 1821 Feldmarschall. Er starb am 4. 10. 1830 zu Klein Oels. — Literatur: Droysen, Das Leben des Feldmarschalls Grafen Y. v. W. 2 Bde. 10. Aufl. 1890.

Klagen über elende Wege und Kartenmangel — ein Adjutant ritt 72 km pro Tag! — den Saaleübergang bei Jena unbesetzt. Der mit den Garden spornstreichs herbeieilende Kaiser ließ sofort jenseits den Landgrafenberg für Artillerie gangbar machen und stellte sich dichtgedrängt dort auf. Weit tönte das jauchzende Vive l'Empereur, als der kleine Mann im grauen Rock bei Fackelschein droben erschien; aber die Preußen drunten im Thal rührten sich nicht. Noch am Morgen des 14. hätte ein entschlossener Anlauf Hohenlohes, dessen fast 40 000 vorerst nur 19 000 Lannes gegenüberstanden, die Franzosen in die Saale geworfen. Statt dessen wartete er ruhig, bis Lannes die sich wacker wehrende Vorhut Tauentzien überwältigt hatte und ungestüm auf Vierzehnheiligen vordrang. In der Nacht waren Boten nach allen Windrichtungen davongesprengt, die andern Marschälle herbeizurufen. Bald erschien auch Ney, doch nur mit seiner Vorhut, denn er war saumselig im Rückstande. Dagegen tauchte bald eine Division Augereaus links auf und warf sich bei Isserstädt in eine Lücke zwischen Preußen und Sachsen. Dennoch fehlte viel zu wirklich entscheidender Wendung des Gefechts. Denn die preußische Division Grawert ging jetzt mit bester Bravour drauf, litt zwar sehr durch das ungewohnte Tirailliren der französischen Taktik, hielt sich jedoch in festen Linien und fügte dem Gegner viel Schaden zu. Die Kavallerie Colbert ward von drei deutschen Dragonerregimentern entschieden geworfen, aber die große Uebermacht an Kavallerie ward ebensowenig ausgenützt, wie günstige Gefechtsmomente. Statt mit dem Bajonet vorzugehen, ließ man sich vom überlegenen Schützenfeuer deciміren. Gleichwohl schwankte die Wage, Brigade Bedel auf der rechten Flanke hatte sich verschossen, ein Reserveregiment, persönlich von Napoleon angeführt, dämmte mühsam das Rückwärtsfluten: da erschien plötzlich Soult als deus ex machina von rechts her. Zwar nur mit der stolzen Vete-

Blücher, Gebhard Leberecht von, Fürst von Wahlstatt, geb. 16. 12. 1742, trat 1756 in schwedische, 1760 in preußische Dienste, 1772 als Rittmeister wegen Insubordination von Friedrich dem Großen verabschiedet, trat 1787 als Major wieder ein, zeichnete sich 1794 in der Rheincampagne aus, 1806 als General der Cavallerie nicht glücklich, mußte er sich am 7. 11. 1806 bei Ratkau ergeben, 1807 gegen General Victor ausgewechselt, ward er 1812 aus Rücksicht auf Napoleon zur Disposition gestellt, 1813 mit dem Oberbefehl über das preuß. Heer betraut, Feldmarschall (Marschall „Vorwärts" wegen seiner stürmischen Angriffsweise genannt), siegte am 16. 10. 1813 bei Möckern, drang am 19. in Leipzig ein, ging am 1. 1. 1814 bei Kaub über den Rhein, zum Fürsten von Wahlstatt ernannt, 1815 am 16. 6. bei Ligny geschlagen, entschied er am 18. 6. den Sieg bei Waterloo. Er starb am 12. 9. 1819 auf Krieblowitz in Schlesien. Ohne militairisches Wissen, hat er doch durch seine dämonische Urkraft, seinen genialen Scharfblick und seine prachtvolle Heldenart mächtig gewirkt. Literatur: Wiesle, Der Feldmarschall Fürst B. 1862; Scherr, Blücher u. s. Zeit 3 Bde. 4. Aufl. 1887; Varnhagen, Fürst B. 1872; v. Colomb, Blücher in Briefen a. d. Feldzügen von 1813—15, 1876; Wigger, Feldmarschall Fürst B. 1878; Blasendorff, G. L. von Blücher 1887.

ranendivision St. Hilaire, doch sie vernichtete nach kurzem Gefecht das Detachement Holtzendorf, das Soults Aufsteigen aus dem Rau-Thal begegnete, und drang seitwärts gegen Capellendorf vor. Die wilden Marschälle Lannes und Ney, so entlastet, rissen gewaltig nach vorne aus, die Preußen wichen erst langsam, dann in regelloser Flucht, in die auch das endlich auf Hohenlohes Hilferuf von Weimar her anlangende Reservekorps Rüchel (15 000) verwickelt wurde. Auch hier ward anfangs brav versucht, die Franzosen aufzuhalten, aber auch Murats athemlos heranhastende Reservereiterei überschwemmte fast das Schlachtfeld, mit fieberhaftem Siegeseifer drängte der Feind vorwärts, Rüchel fiel schwer verwundet und Alles floh zuletzt in Panik nach Weimar. Die Sachsen, auf dem Schneckenberg abgeschnitten, ergaben sich nach guter Gegenwehr, und fast die ganze Artillerie, wie bei Austerlitz, fiel in die Hände des Siegers, dem es jedoch nicht so leicht geworden war, wie die Legende meint. Das lehren die Verluste, denn Division Suchet verlor 23, Soults Reiterbrigade 20 Procent und St. Hilaires Verlust muß sogar viel größer gewesen sein, als man sonst liest, denn das 36. Rgt. verlor allein 28 Off. 580 M. nebst dem tapfern Obersten Lamotte! Uebrigens haben höchstens 45 000 Franzosen und 108 Geschütze (gegen 175) gekämpft. Währenddessen hatte Bernadotte, der Davout unterstützen sollte, auf der Höhe von Apolda das Schauspiel vor Augen, wie rechts von ihm auch die andre feindliche Heereshälfte zerstob. Wäre er energisch vorgegangen, hätte man noch größere Ergebnisse erzielt; Bernadotte gönnte aber großmüthig seinem Collegen alleine Lorbeeren oder hoffte vielmehr, ihn allein in der Patsche zu lassen. Davout jedoch wurde schon selber fertig. (Nur 26 000, n i c h t „33 000", Streiter). Im Frühnebel in Richtung auf A u e r s t ä d t mit Division Gudin vorgerückt, stieß er auf Blüchers Reiterei, die mühelos abgeschlagen wurde, und nacheinander Divisionen Wartensleben und Schmettau beim Dorfe Hassenhausen. Das preußische Fußvolk focht durchaus seines Rufes würdig, standhaft. Aber immer weiter ausgreifende Umfassung durch Division Friant über Spielberg und Poppel verwirrte die preußische Führung, die endlich ganz aufhörte, als Braunschweig tödlich verwundet fiel. Jeder focht nun auf eigene Faust, wobei Prinz August an der Spitze von Grenadieren sich auszeichnete, Prinz Wilhelm vergeblich mit frischen Schwadronen anzureiten suchte. Trotz der fast n e u n fachen Uebermacht an Reiterei, fast s e c h s fachen an Geschütz vermochte man Davout's Fortschritte nicht aufzuhalten, dessen Division Morand soeben im Laufschritt anlangte und die schwer arbeitende Division Gudin aus peinlicher Lage erlöste, da auch noch Divisionen Oranien und Kuhnheim die Feuerfront verstärkt hatten. Nach grimmigem Schlußgefecht ward Morand Meister, Friant nahm Poppel und nun fluthete Alles regellos zurück. Zwar war man nicht eigentlich geschlagen und das Reservecorps Kalkreuth hätte die Schlacht herstellen können, doch es rührte sich nicht und die kopflos gewordene Heeresmasse strömte die Chaussee nach Weimar

zurück, wo die entgegenkommende Flucht von Jena ihr den Rest gab. Alle Bande lösten sich, die Armee existirte nicht mehr. Davout hatte am Abend — selbst nach sehr hartem Verlust von 7050 Mann, alle Obersten außer Gefecht, besonders der tapfre des 12. Rgts. getötet — nur 3000 Gefangene, am nächsten Tage aber heimste jedes französische Corps Tausende ein. Obschon also die Preußen im Ganzen wohl wenig mehr als 20 000 Tote und Verwundete verloren, läßt sich die Zahl der Gefangenen und Versprengten kaum berechnen. Bei Jena allein schon 15 000, aber von den 105 000 Preußen des 14. October waren bald thatsächlich nur noch schwache Trümmer vorhanden. (Von 405 Geschützen gingen 282 schon am 14. verloren.)

Rastlos fegte die wilde Jagd Murats hinterher, das Fußvolk aber hielt fast gleichen Schritt mit ihr. Dies ewige Muster strategischer Verfolgung steht ohne Beispiel da, als Beweis, wie Genie die Materie bewältigt. Welche Anforderungen Napoleon den Menschen abzwang, lehrt ein Brief an Bernadotte, worin er 50 km als normale Tagesleistung annimmt!! Dieser Gascogner, der eigentlich wegen seines Verhaltens am 14. hätte vor ein Kriegsgericht gestellt werden sollen, beeiferte sich jetzt nicht wenig; er schlug das Reservekorps Württemberg gründlich bei Halle und eilte über Brandenburg vor, um im Osten Blücher abzuschneiden. Dieser war mit eigenen Trümmern und dem andern Reservecorps Weimar nordwärts abgebogen bis Mecklenburg, sah sich aber im Westen gleichfalls überholt, nämlich von Soult, der hier 14 Tage hintereinander die größte Marschleistung vollbrachte, von der die Geschichte kündet. Gleichzeitig setzten Murat und Lannes Hohenlohe nach; des Letzteren Gewaltmarsch von Oranienburg nach Prenzlau grenzte ans Unmögliche. Ihm, nicht Murat gebührt das Verdienst, Hohenlohe rechtzeitig erreicht zu haben, der am 28. ganz verfrüht kapitulirte. Chasseurbrigade Milhaud fing bei Pasewalk, Dragonerdivision Grouchy bei Anklam noch ganze preußische Kolonnen, das Junkerregiment Gensdarmes ergab sich schmählich in freiem Felde. Murat wandte sich nun auch gegen Blücher, der am 6. Nov. bei Lübeck nach erbittertem Kampf sich ergab. Davout hatte die Ehre als Erster am 24. in Berlin einzuziehen. Alle Festungen, in die

Murat, Joachim, geb. 25. 3. 1771 zu La Bastide bei Cahors, 1796 Napoleons Adjutant, sprengte 18. Brumaire 1798 den Rath der 500, heirathete 1800 Napoleons Schwester Karoline, 1804 Gouverneur von Paris u. Marschall, 1806 Befehlshaber der Cavallerie, wurde 1. 8. 1808 als Joachim I. Napoleon König von Neapel, 1812 u. 13 wieder Oberbefehlshaber der gesammten Cavallerie, schloß 11. 1. 1814 mit Oesterreich einen Vertrag, in welchem er gegen Anerkennung seiner Herrschaft von Napoleon abfiel, griff jedoch 1815 die Oestreicher an, wurde geschlagen u. floh nach Corsica. Bei seiner Rückkehr zur Wiedereroberung seines Königreichs gefangen, wurde er 13. 10. 1815 erschossen. Literatur: Coletta, Histoire des 6 derniers mois de M. 1821; Franseschetti, Mémoires s. l. événements qui ont précédé la mort de M. 1826; Gallois, histoire de M. 1828; de la Rocca, le roi M. 1868; Helfert, Der König M. 1878; de Sassenaye, les derniers mois de M. 1896.

sich Heerestrümmer gerettet hatten, öffneten schmachvoll sofort ihre Thore, Erfurt und Magdeburg mit 34 000 Mann. Stettin ergab sich ein paar Schwadronen Lasalles, Küstrin dem berühmten 12. Infanterieregiment, dessen Fahne Bonaparte auf der Arkole-Brücke einst vorantrug und das zuerst in Berlin einziehen durfte. Weiter wälzte sich die Heereswoge nach Polen hinein, wo 80 000 russische Hilfsvölker sich sammelten. Sie entwichen bei Golymin dem zugedachten Stoß, während bei Pultusk Lannes gegen enorme Uebermacht sich abquälte. Napoleon zog in Warschau ein. Rheinbündler unter Vandamme besetzten Schlesien; dort fielen alle Festungen außer dem kleinen Kosel. Ebenso hielten sich Colberg und Graudenz unter Gneisenau und Courbière. Im wichtigen Danzig bereitete Kalkreuth emsig Vertheidigung vor. Der strenge Winter that den Operationen Einhalt. Die Franzosen duldeten viel in den unwirthlichen, ausgesogenen Gegenden, murrten zwar, ertrugen aber die Unbilden der Witterung, des Hungers und der Strapazen auf einem Kothboden, in dem man buchstäblich versank, in Polen und Ostpreußen „wahrhaft herkulisch", wie unpartheiische Gegner sich ausdrücken. Und als der russische Feldherr Bennigsen plötzlich losbrach, sammelte Napoleon rasch seine zerstreuten Corps und die hart mitgenommenen Truppen fochten mit altem Eifer. In mehreren, sehr nachtheiligen Gefechten zurückgedrängt, faßte der Russe bei E y l a u festen Fuß. Vorherging ein starkes Nachhutgefecht bei Hoff, wo die leichte Reiterei Murats wich, die Kürassiere Hautpouls aber den Feind zusammenhieben. Als Napoleon nachher den alten Krieger umarmte, rief Hautpoul selig: „Nun bleibt mir nur noch, für Sie zu sterben." Er machte es wahr. Soult, der Unvergleichliche, übernahm übrigens statt Murats abgehetzter Reiterei den Vorposten- und Aufklärungsdienst, und als er vor Eylau am 7. Februar abends anlangte, benutzte er einen Kosakenüberfall auf kaiserliches Gepäck, um selbständig den Ort zu erstürmen. Nach gräßlichem Gemetzel, wobei ein Linienregiment ganz aufgerieben wurde, andrerseits russische Abtheilungen mit Mann und Maus in brennenden Mühlen umkamen, ward die Stadt behauptet, die Kirchhofhöhe mit Batterien gekrönt, hinter denen die Garde lagerte.

Der Russe zählte 72 000 (nicht 60 000) Mann, Napoleon hatte hingegen noch wenig Kräfte. Bernadotte kam nicht, Ney sollte links das preußische Corps Lestocq beschäftigen, das er vor sich her trieb, Davout rechts etwas entfernt die russische Linke umfassen und die Rückzugslinie bedrohen. Frontal Soult, dem laut St. Chamans nur 12 000 Waffenfähige geblieben sein sollen, Augereau, Garde und Murat, zusammen 41 000 Streiter. Die Schlacht am 8. Februar begann mit großem Schneegestöber und mächtiger Kanonade. Die Linke bei Eylau blieb versagt. Soult mit der Hälfte seines Corps und Augereaus Kavalleriebrigade Durosnel, die bei Jena nur wenig mitgewirkt hatte (Barquins Memoiren), schlug hier den ganzen Tag alle Angriffe zurück. Seine andre Hälfte unter St. Hilaire und Corps Augereau avancirten im

Centrum. Dieser Frontalstoß bleibt in sonstigen Darstellungen unklar und unbegründet: er erfolgte offenbar, um von Davouts sich schon ankündigender Umgehung abzulenken. Im Schneegestöber in falsche Richtung verirrt, gerieth Augereau tief zwischen die feindlichen Linien und man fiel mit allen drei Waffengattungen derart über ihn her, daß sein Corps nach heldenhaftem Widerstand fast aufgerieben wurde. Seine Artillerie unter Sénarmont rettete sich mit Mühe, da sie weit ihr Fußvolk begleitet hatte. Von einem Regiment fielen 40 Offiziere, ein andres behielt von 1500 nur noch 200 Mann, ein drittes (das 14.) ging ganz zu Grunde und sandte seinen Adler durch einen Adjutanten zurück als ergreifende Liebesbotschaft der Treue bis zum Tode. Nicht besser erging es St. Hilaire. Beide Truppenkörper verloren angeblich 70 Procent, doch steht damit in Widerspruch, daß das berühmte 36. Rgt., das sich gewiß nicht schonte, nur 380 Mann verloren haben will, allerdings auch 27 Offiziere, so daß erstere Ziffer etwas verdächtig klingt. Die nachpreschende russische Reiterei raste bis zu Napoleons Standort vor, der nur murmelte „Quelle audace!“ und ein Gardebataillon vorzog. An diesen granitnen Vierecken und dem furchtbaren Artilleriefeuer von der Kirchhofshöhe brach sich der Gegenstoß und Murat sammelte 80 Schwadronen als Schleier für das zerrüttete Centrum. Seine Massenattacke, von der die Franzosen Wunder melden, entschied zwar nichts; immerhin durchbrausten z. B. die Gardegrenadiere-zu-Pferd alle drei russischen Linien hin und zurück. Ihr Führer, General Lepic, antwortete dem Kaiser, der ihn zu glücklicher Rückkehr beglückwünschte: „Sie könnten nur meinen Tod erfahren, nie meine Gefangenschaft.“ Auch die Gardejäger-zu-Pferd, diese besondere Leibwache Napoleons und deshalb als „vornehmste Truppe der Welt“ gepriesen, hatten wieder herbe Verluste wie bei Austerlitz, wieder fiel ihr Chef, General Dahlmann. Von 4000 Dragonern Grouchys sollen angeblich nach der Schlacht nur 1200 übrig geblieben sein, wohl sehr übertrieben. Jedenfalls fesselte diese Reiterschlacht, in der Hautpoul fiel, die Russen derart, daß sie ihrer Linken erst volle Aufmerksamkeit zuwandten, als es schon zu spät war. Davout nämlich entwickelte sich endlich gegen Kleinsausgarten, Friants Brigade Lochet voran, deren Chef fiel. Das 33. und 48. Rgt. litten schwer, aber Davout brachte alsbald 40 Geschütze auf den Krekebergen zusammen, die sofort eine wahrhaft vernichtende Wirkung übten. Schon befand sich dieser russische Flügel in Auflösung, als eine frische Kolonne erschien und wüthend die Franzosen zurückschlug. Dies waren 5600 Preußen unter Scharnhorst, vom Corps Lestocq, das von Ney aufs Schlachtfeld zurückgetrieben wurde; sie waren hinterm russischen Heer entlang gerückt und stellten hier rechtzeitig den Tag wieder her. Doch nur auf kurze Zeit, denn vor Brigade Kister und Theilen von Morand mußten sie den zurückeroberten Boden wieder räumen. Die Nacht machte dem gräulichen Morden ein Ende. Napoleon soll Rückzug erwogen haben, Soult jedoch, der früh 5 Uhr am 9. die Vorposten beritt, bemerkte Rückzugsbewegungen des Feindes: „Bleiben

wir, wo wir sind." In der That, womit sollte Bennigsen kämpfen, da er alle Kräfte verbraucht, Davout aber noch die Hälfte frisch hatte und nun auch Ney angelangt war? Der Verlust war grauenhaft. Der französische wird mit 15 000 sicher zu niedrig angesetzt, der russische betrug 20 000 nebst 24 verlorenen Geschützen. (Nach Lettow 23 000 von 67 000 Franzosen, 26 000 von 82 500 Verbündeten.) Auf dem Rückzug aber lief dieses Heer, das hierdurch am klarsten anzeigte, daß es sich geschlagen fühlte, derart auseinander, daß ein Mithandelnder bezeugt, die Einbuße an Vermißten und Versprengten sei unermeßlich gewesen.

Doch auch im napoleonischen Heere selbst herrschte Bestürzung, so daß Napoleon defensiv hinter die Passarge zurückging und nur die Belagerung von Danzig deckte, das Lefebvre mit Rheinbündlern cernirte. Danzig fiel im Mai nach theilweise fehlerhafter Vertheidigung, die aber damals als rühmlich galt im Vergleich zu vielen andern Schändlichkeiten. Bennigsen entschloß sich neuerdings zum Vorstoß über die Alle, sah sich aber am 10. Juni bei Heilsberg von Soult allein, dessen Vierecke hier oft Murats Geschwader decken mußten, zurückgeschlagen, wobei es beiderseits mörderisch herging. Napoleon selber erschien zuletzt und sandte St. Hilaire, unerschrocken durch Intervallen Carra St. Cyrs bis zu die russischen Schanzen avancierend, Savary's Gardefüsiliere zu Hülfe.

Soult, Davout, Murat sollten jetzt seitwärts auf Königsberg operiren, das preußische Corps (jetzt 15 000) von Bennigsen trennend; Benigsen benutzte aber diese Theilung, um am 14. bei **Friedland** neuerdings über die Alle zu stoßen, wo er nur das isolirte Corps Lannes gegenüber traf. Dieser hielt die Uebermacht so lange auf, bis neben ihm Mortier und drei Reiterdivisionen anlangten, und obschon jetzt das russische Gesammtheer den Fluß überschritt, zauderte es so lange, bis Napoleon selbst mit den Corps Ney, Victor und Garde sich südlich von Lannes anreihte. So kamen 80 000 Mann gegen fast 70 000 Russen zusammen; obschon letztere von einigen Autoren lächerlicher Weise auf 46 000 gebracht werden. Um 5 Uhr Abends schwenkte Ney gegen die russische Linke ein, längs der Alle auf Friedland vorgehend, wurde aber durch zahlreiche Batterien am jenseitigen Ostufer schrecklich zugerichtet und durch jähen Ansturm der russischen „Garden zu Pferd und zu Fuß" gesprengt. Das gleichfalls am Flügel einschwenkende Corps Victor, indeß im Centrum und auf der Linken nur Reiterattacken Grouchys und Kanonade den Feind beschäftigten, brach jedoch unter persönlicher Leitung des Kaisers durch die Intervallen Neys vor und warf die Verfolger über den Haufen. 30 Geschütze unter Senarmont, der später als Oberchef der Artillerie in Spanien fiel, dämpften auf 200 Meter jene russischen Batterien, fuhren dann auf 120 M. ans dicht zusammengeballte Fußvolk heran und schleuderten 2500 Kartätschen. (Sénarmonts Brief an seinen Bruder spricht von 4000 Toten, die man nachher an dieser Stelle fand!) Diesem tötlichen Schnellfeuer vermochten

selbst die zähen Moskowiter nicht zu widerstehen, sie stürzten durch Friedland zurück, das von Division Dupont erstürmt wurde. Der dortigen Brücken wegen mußte nun auch Lannes gegenüber die russische Rechte unter Lambert den Rückzug dorthin antreten, der jedoch nur theilweise gelang, da die Franzosen zugleich die Brücken erreichten. Was diesseits blieb, ward als Kanonenfutter vernichtet; die russische Kavallerie rettete sich excentrisch stromabwärts. Die Russen wollen lächerlicherweise nur 10 000 verloren haben; dann um so schlimmer, daß ihr Heer sich nach so mäßiger Niederlage auflöste. Sie verloren in Wahrheit mindestens 16 000 (nach einem officiellen Werk 20 000 nebst 80 Kanonen) Tote und Verwundete; Gefangene fast gar nicht, um so mehr aber auf dem Rückzug, wo sie sich massenweise ergaben. Die Franzosen sollen 12 000 verloren haben; möglich, da nach Augenzeugen sogar die Reitergefechte Grouchy's unverhältnißmäßige Opfer kosteten. Jedenfalls flüchteten die Russen haltlos über den Niemen, die Preußen kapitulirten in Königsberg, der Krieg war aus.

Napoleon betrachtete sich jetzt als so unumschränkten Gebieter Europas, daß er bei Tilsit mit dem Zaren die Welt theilen wollte. Als er aber nun auch Spanien 1808 seinem Reich angliederte, stieß er auf einen bisher unbekannten Feind, die Volkserhebung. Diese unbekannte Größe machte sich im mathematischen Calcül der Welteroberung bald empfindlich bemerkbar. Das andalusische Occupationscorps Dupont ward bei Beylen von Insurgenten zu schimpflicher Kapitulation gezwungen, Saragossa und Valencia widerstanden erfolgreich den Angriffen Lefebres und Monceys, die ganze Occupationsarmee mußte hinter den Ebro zurückgehen. Da trug der Imperator selber seine Adler dem heißen Himmel der Iberischen Halbinsel entgegen, allenthalben strömten seine Veteranenlegionen über die Pyrenäen und im Handumdrehen lagen die zahlreichen spanischen Aufgebote zertrümmert. Lannes zersprengte bei Tudela das catalonische Heer und schloß Saragossa ein, Soult vernichtete das kastilische bei Burgos und in Madrid selbst zog der Welteroberer ein. Dies geschah erst nach merkwürdiger Waffenthat, insofern der verschanzte Paß von Somosierra von polnischen Gardereitern freigemacht wurde. Die erste Attacke scheiterte. Da rief man Montbrun herbei, der sich augenblicklich in Ungnade und ohne Kommando befand, um ihm Gelegenheit zu geben, die Scharte auszuwetzen. Durch Vergrößerung der Intervallen zwischen den Schwadronen verminderte er die feindliche Schußwirkung und sein Anritt in Carrière gelang. Der Artilleriekampf Sénarmonts gegen Madrid war freilich hartnäckig genug, denn man verbrauchte 2357 Geschosse, während bald darauf bei Uclez nur 67 genügten, um ein spanisches Heer zu zersprengen. Mittlerweile befand sich ein englisches Hülfsheer unter Sir John Moore im Vormarsch längs der Portugalgrenze und war schon bis Salamanka gelangt, ehe es Madrids Fall erfuhr. Sofort überschritt Napoleon mit der Garde und Corps Ney im December das eisige Guadarama-

gebirge nordwestwärts, um Moore abzuschneiden. In der Front drängte Soult nach. Moore entwischte nordwärts durch eiligen Rückzug nach Corunna, wo die englische Transportflotte erwartet wurde, und Napoleon riefen schon im Januar 1809 bedrohliche Meldungen über Rüstungen Oesterreichs nach Paris zurück. Soult jedoch setzte die Verfolgung fort und trieb die Briten buchstäblich auf ihre Schiffe, nach unentschiedenem Gefecht bei Corunna, wobei Moore selber den Tod fand.

Da der fünfjährige spanische Krieg ein Kapitel für sich bildet, so sei er jetzt für sich fortlaufend behandelt. Und da er der weitaus längste und infolgedessen verlustreichste des Jahrhunderts gewesen ist, so verdient er ausführliche Erörterung, die sich im Wesentlichen um die Feldherrngestalt Soults gruppirt. Diesem befahl Napoleon, in Portugal einzubrechen, während Lannes — gleich darauf Napoleon nach Deutschland folgend — Saragossa nach hartnäckigstem Widerstand der fanatisirten Bevölkerung zu Fall brachte, Sebastiani das Aufgebot der Mancha schlug und Victor desgleichen das Milizheer von Estremadura bei Medellin halb vernichtete. Dort aber blieb er nun bei Truxillo unthätig stehen, statt — wie Napoleon befahl — Soults Portugalzug dadurch zu unterstützen, daß er den soeben bei Lissabon landenden Britenfeldherrn Wellington (mit 25 000 Briten, worunter deutsche Soldtruppen: Braunschweiger und Deutsche Legion) möglichst an die Tajolisière bei Abrantes fesselte. Die Faulheit Victors erlaubte so Wellington, seinerseits nach Nordportugal bis an den Douro vorzustoßen, an dessen Mündung in Oporto der französische Marschall schon Hof hielt. Soult hatte mit staunenswerther Energie drei Linien portugiesischer Milizen durchbrochen, sie nachein-

Soult, Nicolas Jean de Dieu, Herzog von Dalmatien, geb. 29. 3. 1769 in St. Amans-la Bastide, 1791 Sergeant, 1793 Hauptmann der Revolutionsmiliz, dann Generalstabschef der Division Lefebvre, 1796 Brigadegeneral, 1804 Marschall, 1808—1813 Oberbefehlshaber in Spanien, 1814 Kriegsminister, schloß sich 1815 auch Napoléon wieder an, lebte dann von 1815—1819 in Düsseldorf in der Verbannung, wurde dann aber 1830 Kriegsminister 1832—34 und 1839—1847 Ministerpräsident. Er starb am 26. 11. 1856 auf seinem Schloß St. Amans. — Werke: Histoire des guerres de la révolution 3 Bde. 1854. — Literatur: Combes, Histoire anecdotique de S. 1870; Clerc, campagne du maréchal S. dans les Pyrénees, 1893; Mémoires du géneral comte de St. Chamans 1890. Bleibtreu, Soult (Streffleur) 1898 Soult's Alpenfeldzug 1899.

Wellington, Arthur Wellesley, Herzog von, geb. 29. 4. 1769 zu Dublin, kämpfte 1793 in Ostindien, 1808 Korpskommandant in Portugal, 1809 Oberbefehlshaber in Spanien, 1815 Oberbefehlshaber der föderirten Truppen in Belgien, 1827 Oberbefehlshaber der britischen Landmacht, 1834—35 Minister des Auswärtigen, 1841—46 Minister ohne Portefeuille, starb 14. 10. 1852 auf Walmer Castle. — Literatur: Bauer, Leben u. Feldzüge des Herzogs von W. 1840; Pauli, Herzog von W. 1899; Bleibtreu, Geschichte u. Geist der europ. Kriege IV, 1892.

ander bei Chaves, Braga, Oporto zermalmt und zeigte sich jetzt darauf bedacht, durch weise Mäßigung die Bevölkerung zu gewinnen. In allerlei nicht militärische Pflichten vertieft, vergaß Soult kurze Zeit seine Feldherrnpflichten, obendrein durch weitverzweigte republikanische Verschwörung seines Offiziercorps gelähmt. So überrumpelte ihn denn Wellington durch plötzlichen und sehr geschickten Douro-Uebergang unterhalb Oporto. Da rückwärts Insurgenten jeden Rückzug sperrten, wäre fast jeder Andere verloren gewesen, Soult rettete die Seinen jedoch mit Preisgabe der Artillerie durch einen über alle Begriffe großartigen Zickzackmarsch im wilden Gebirge. Nachdem er sein leidendes Corps nach Zamora in Erholungsquartiere gelegt, glaubte Wellington seiner ledig zu sein und rückte mit 40 000 Spaniern und 24 000 Briten am 7. Juni über Abrantes vor, Victor vor sich herstoßend, der bis Plasencia zurückging. Soult jedoch erhielt vom Kaiser aus Regensburg die Ordre, den Oberbefehl nicht nur über Ney, sondern auch über Corps Mortier zu übernehmen, das durch Saragossa's Fall freigeworden war. Der neueingesetzte König Josef Napoleon sammelte Viktor und Corps Sebastiani bei T a l a v e r a und Wellington lag ihm dort schon am 27. und 28. Juli gegenüber, die mörderische Schlacht liefernd. Alle französischen Angriffe scheiterten, obschon auch die Briten außerordentlich litten. Die Artillerie Sénarmont, 5666 Kanonenschüsse lösend, verlor allein 8 Off. 95 Mann und angeblich 6, nach englischer Aussage 17 Geschütze. Mittlerweile aber warf sich Soult bereits auf Wellingtons Rückzugslinie zum Tajo, auf die er am 5. August schon so energisch drückte, daß der Brite mit knapper Not nach Portugal entkam, dessen Nachhut am 8. bei Arzobispo aufgerieben wurde. Napoleon erhob Soult nunmehr zum „Major-General" (Oberleiter) aller französischen Streitkräfte. Dieser sah sich im November in der linken Flanke bedroht, da sich ein neugebildetes spanisches Milizheer (60 000) unter Areizaga über Consuegra auf Madrid in Marsch setzte. Soult stand auf innerer Linie zwischen diesem Feind und dem neuverstärkten Wellington, hielt aber letzteren durch ein Corps hin, indeß er mit den Corps Mortier und Victor einen Zirkel um Areizaga schlug, den Sebastiani in der Front festhielt. Am 19. kam es bei O c a n n a zu kurzer Schlacht, die mit völliger Zertrümmerung der Spanier endete. Sie verloren allein 26 000 Gefangene. Doch folgte man erst im Januar 1810 über den Tajo nach, aus Besorgnis vor Flankenstörungen Wellingtons. Unterdessen tobte auch an der Ostküste ein erbitterter Kleinkrieg gegen die Catalonier. General St. Cyr, später Augereau, dann Macdonald vermochten diese Gebiete nicht zu beruhigen, wie hier einschaltend vorweggenommen sei, bis General S u c h e t den separirten Oberbefehl aller im Osten stehenden Truppen übernahm. Jetzt 1811 kam solcher Schwung in die Operationen, daß der zum Marschall erhobene Sieger schon 1812 Valencia eroberte und vom Ebro bis zur Südostspitze Spaniens, wo er Soults Machtgebiet die Hand reichte, sicher herrschte. Erst nach Zusammenbruch der sonstigen französischen Herr-

lichkeit räumte der geschickte Suchet den spanischen Boden Schritt für Schritt, so daß er erst im März 1814 nach Frankreich zurückkehrte. Sein eleganter Kleinkrieg hatte jedoch nur lokales Interesse. Anders die Operationen Soults, die stets in großem Stil gehalten waren.

Unwiderstehlich überschwemmten die Eroberer ganz Südspanien. Dort gelang es aus Versehen nicht, Cadix durch raschen Handstreich zu nehmen, das nun zur letzten Hochburg der spanischen Junta wurde; 8500 Briten unter Graham landeten dort und das Belagerungscorps Victor ward im Februar 1811 bei Barosa geschlagen. Nichtsdestoweniger dauerte die Belagerung ununterbrochen fort, während Sebastiani ganz Granada und Murcia, Mortier Estremadura besetzte. Das 2te Corps (früher Soult), jetzt unter Reynier, cooperirte mit dem 5ten Mortier gegen Badajoz ohne Erfolg, das 4te schlug sich mit den Insurgenten der Sierra Morena herum und Soult selber verschob jede große Operation, bis nicht Andalusien vollständig pazifizirt sei. Wie in Oporto mußte er jetzt in Sevilla das Militärische aus den Augen verlieren, um sich den Civilangelegenheiten zu widmen. Dies Werk, ein starkes Rückgrat der französischen Eroberung zu schaffen in der reichsten Provinz Spaniens, gelang ihm in einer Weise, die über alles Lob erhaben ist. Bald herrschte vollkommenste Ordnung, das Land blühte förmlich auf, soweit dies im Kriege möglich scheint. Umsonst forderte gebieterisch der bettelhafte Josef die andalusischen Revenüen für sich, Soult verwendete sie nur zum Besten der Armee und des Landes. Er erntete dafür den unauslöschlichen Haß Josefs, die Anerkennung Napoleons und der Nachwelt, die Dankbarkeit der Unterworfenen; so war Soult auf dem besten Wege, Spanien gänzlich für Frankreich zu gewinnen.

Es scheint unnöthig, die verwickelten Operationen zu schildern, die sich um den Fall und Rückfall von Badajoz drehten; das gehört mehr zur Geschichte Wellingtons als Soults. Das 4te Corps hatte selten volle Ruhe in seinen Garnisonen, wovon die Aufzeichnungen der Deutschen Division Zeugnis ablegen. Auch die Märsche des Ersatznachschubs von Navarra durch Kastilien waren nicht lieblich. Ein thüringisches Regiment von 2400 Mann schmolz in diesen Guerillascharmützeln unter steten Entbehrungen bald auf ein paar hundert Mann. An Sebastianis Stelle trat Leval. Noch mehrfach nahmen spanische Aufgebote unter Ballesteros, Blake und Mendizabel das Feld, wurden aber von Mortier und seinen Divisionären Gazan und Girard stets zersprengt. Soult selbst vernichtete das Hauptheer an der Gebora am 19. Februar. Olivenza (4100 Mann 18 Kanonen), und Badajoz (9000 Besatzung 170 Kanonen) und Campo Mayor kapitulirten im ersten Frühjahr 1811. Victors Niederlage bei Barosa rief aber Soult nach Sevilla zurück.

Die Spanier beschränkten sich auf den Kleinkrieg, Soult selbst aber blieb zu größeren Operationen unfähig wegen zu geringer Kräfte. 1810 warf Napoleon nur 50 000, 1811 aber 120 000 Frische nach Spanien, von diesem Strom sickerte aber nur wenig zu Soult durch.

9*

Und zwar nur 12 000 aus Détachements der Nordprovinzen! Dessen Gesammtmacht von drei Corps betrug im Mai 1810 noch 73 000 Mann, aber die Garnisonen und Etappen beanspruchten soviel Kräfte, daß er selten mehr als 15 000 Mann vom 5 ten Corps Mortier zu Einzelunternehmungen verwenden konnte. Mortier, der im März in Estremadura zurückblieb, als Soult mit 6 Bataillonen, 4 Schwadronen nach Sevilla zurückeilte, hatte Besatzungen nach Olivenza und Badajoz werfen müssen, und war daher viel zu schwach, um das eroberte Campo Mayor gegen Beresford zu halten, dessen Werke er deshalb zerstörte.

In Cadix lagen außer Graham noch 23 000 Spanier. Das 1. und 4. Corps waren also dauernd absorbirt, bald ward Soult auch das 2. Corps genommen, neugebildet zu Masséna versetzt. Dieser fiel zwar im Herbst 1810 in Portugal ein, ereilte jedoch den abziehenden Wellington nicht mehr und mußte vor den Linien von Torres Vedras den Rückzug antreten im März 1811.

Daß Soult ihn nicht durch einen Flankenstoß über Badajoz rechtzeitig unterstützt habe, ist ein leeres Gerede. Erst mußte Badajoz fallen und dazu hatte Soult nicht vorher Kräfte. Vielmehr rechnete er seinerseits auf helfende Handreichung Massénas über Abrantes. Daß Badajoz so tapfer vertheidigt wurde, konnte Soult nicht vorhersehen. Eifersucht auf Masséna läßt sich vernünftigerweise hier nirgends entdecken. (Hingegen erleichterte es Soult ungemein, als er seine beiden Untermarschälle Victor und Mortier 1811 los wurde, die wenig von ihrer Unterordnung erbaut schienen! Vilatte und Girard traten an ihre Stelle.) Jedenfalls zwang der Verlust von Badajoz Wellington, von Masséna abzulassen. Er selbst eilte hierher. Nach Badajoz hatte Soult einen heroischen Commandanten Philippon mit 3000 geworfen, um diese Ausfallpforte für Wellington zu schließen. Dessen erster Versuch durch Beresford, der Mortiers Vorhut bei Campo Mayor überraschte, scheiterte mit 1000 Mann Verlust und Wellington reiste wieder nordwärts. Soult raffte sich zum Entsatz auf, ungehalten genug, daß Masséna mit seinen größeren Mitteln, die vor Torres Vedras vergeudet wurden, ihm nicht Hülfeleistung spendete. Der allein schuldige Masséna umgekehrt klagte Soult an, daß er ihm nicht behülflich gewesen sei! Er ward zuletzt noch bei

Massena, André, Herzog von Rivoli, Fürst von Eßling, geb. 6. 5. 1758 zu Leven bei Nizza, 1799 zum Chef der Armee in der Schweiz erhoben, siegte über die Russen bei Zürich am 25. 9., wurde aber dann von Suwarow bei Schwyz und Muotta zurückgeschlagen, 1800 Oberbefehlshaber über die italienische Armee, vertheidigte Genua aufs äußerste, 1804 Marschall, vermochte 1805 nichts gegen Erzherzog Karl auszurichten, unterwarf aber 1806 Neapel, deckte 1809 während der Schlacht bei Aspern und Eßling am 21. u. 22. 5. den Uebergang über die Donau, kämpfte 1810 u. 1811 unglücklich in Portugal und erhielt seither kein Kommando mehr. Er starb am 4. 4. 1817. Werke: Mémoires éd. par le géneral Koch 7 Bde. 1850. Literatur: Toselli, Notice sur Masséna 1869.

Fuentes Onoro abgeschlagen und über die Grenze getrieben, sodann von Marmont im Commando ersetzt. Immerhin versagte Soult sich nicht dem Wunsch, Badajoz allein zu entsetzen und dazu eine Schlacht zu wagen. Mortier war bis Guadalcanal zurückgegangen. Doch am 13. Mai hob Beresford die Cernirung von Badajoz auf und schaffte die Geräthschaften nach Elvas zurück.

Beresford, der mit 7500 Briten, 3000 Deutschen, 10 000 Portugiesen, 14 000 Spaniern hier nach Wellingtons Abreise zurückblieb und die Cernirung decken sollte, hielt am 16. Mai bei Albuera Stand (südlich Badajoz, östlich Olivenza), wo Soult ihn mit höchstens 20 000 (nach französischen Angaben 15 000) angriff. Diese Truppenzahl war nur dadurch hergestellt worden, daß er 1½ Divisionen (7000) des 1ten Corps von Cadix wegzog und sie mit dem 5ten (10 000) vereinte. Seine treffliche Reiterei unter Latour-Maubourg, verstärkt durch eine leichte Brigade vom 4ten Corps, betrug 3000 Säbel, angeblich der Verbündeten (2700? wohl 4000) überlegen, und seine an Zahl so sehr inferiore Infanterie bestand aus auserlesenen Veteranen. Außerdem besaß er angeblich 35 (wahrscheinlich nur 30 oder 25) Geschütze, Beresford 38, dessen Stellung ziemlich oberflächlich gewählt war. Nur 10 000 Anglodeutsche schienen verläßliche Truppen, die Spanier waren entkräftet durch Hunger und Strapazen. Der Sieg schien nicht zweifelhaft zu sein, zumal Soult bei Nacht einen dominirenden Waldhügel auf Kanonenschußweite zwischen den Parteien mit 12 000 Mann und 30 Kanonen (oder 25) besetzte. Völlig gedeckt fiel er so von Westen her auf Beresfords rechten Flügel. Dieser Anmarsch geschah um 8 Uhr morgens. Beresford stand, Front nach Süden, zwischen den Flüssen Albuera und Aroya, seine Rückzugsstraße lag nordwestlich. Gegen den linken Flügel, um die Aufmerksamkeit abzulenken, brach um 9 Uhr Brigade Godinot vor nebst 1000 leichten Reitern und 5 Geschützen, gefolgt von der Grenadierdivision Verlé. Diese Truppen des 1ten Corps stießen an der Brücke von Albuera auf die deutsche Brigade Alten und die portugiesische Division Hamilton, während die II. und IV. Englische Division und das spanische Corps Blake nach dem rechten Flügel abschwenkten, um gegen den Hauptangriff nordwestlich Front zu machen, was natürlich größte Verwirrung ergab. Da Beresfords Rückzugslinie nach Valverde parallel zur rechten Flanke lag, so mußte deren Ueberwältigung eine Katastrophe herbeiführen. Soult aber setzte sein Manöver so straff fort, daß sogar der größte Theil der leichten Reiterei und Verlé plötzlich links schwenkten und sich dem großen Angriff auf Beresfords Rechte anschlossen. Schon schien die Schlacht gewonnen, ehe sie begann. Die Spanier wurden in Unordnung geworfen, die Brigade Colborne der II. Division durch einen raschen Angriff der leichten Reiterei vernichtet, wobei ein kräftiger Regenschauer den Einbruch erleichterte. Nur das 31. Bataillon hielt noch auf der Höhe Stand. Brigade Houghton warf sich allerdings heroisch den dichten Kolonnen Girards entgegen.

die auf dem engen Grund nicht deployiren konnten und daher durch das Nahfeuer furchtbar litten. Auch das Flankenfeuer von 12 Geschützen unter Major Dickson von der Albuerabrücke wirkte sehr. Aber die Brigade selber verlor mehr als zwei Drittel ihrer Leute, ein einziges Regiment sogar 70 Procent; das 57 te, englische „Regimenter" besaßen jedoch nur Bataillonsstärke dies z. B. nur 570 Gewehrtragende, wovon 400 nebst 23 Offizieren fielen. Auch von den 48 ern, die bei Talavera den Tag retteten, blieb hier nur ein schwaches Drittel übrig. Zwei Obersten und der Brigadier (nach vielen Wunden) starben den Heldentod, der Divisionär Stewart wurde zweimal verwundet. Die französische Artillerie ging rasch vor und wirkte mörderisch, doch schwenkten auch die Geschütze Dicksons hierher ab. Beresford aber befahl den Rückzug. Zugleich eroberten die Polnischen Lanciers 6 englische Kanonen, die standhaft in erster Linie feuerten. Die Deutschen hielten zwar noch Albuera gegen Godinot, obschon Beresford persönlich Sir Halket ermahnte, die Brücke zu räumen, während sein Stabschef Hardinge auf eigene Faust die IV. Division heranholte. Die Portugiesen Hamiltons wurden aber schon zur Rückzugdeckung befohlen, als plötzlich die englische Füsilierbrigade der IV. Division Cole (wovon die andere Brigade Harvey Portugiesen, und die dritte Brigade Kemmis fehlte) mit unwiderstehlicher Tapferkeit den Hügel erstieg, die Geschütze den Polen entriß und sich rechts in entwickelter Linie auf die dichten Massen stürzte, die immer noch unentwickelt vorwärts drängten, indes auch die letzte englische Reservebrigade Abercrombie der II. Division links neben den Trümmern Houghtons erschien. Mit düsterer Todesverachtung ertrugen diese Germanen den Kugelorkan der umsonst nach Deployirung ringenden Kolonnen, bearbeiteten sie mit unaufhörlichen Generalsalven und rollten die tapferen Gallier ins Thal zurück. Die Artillerie Dicksons trabte heran und schleuderte Kartätschen nach. Hochaufathmend behauptete die unbezwingliche britische Infanterie die Höhen, doch sie existirte nicht mehr! Nur 1500 von 6000 blieben bei den Fahnen.

Auch die portugiesische Brigade Harvey folgte brav, indem sie zugleich eine Attacke Latour Maubourgs in Schach hielt, der dann unter Schnellfeuer der Soultschen Artillerie den Rückzug deckte. 3 Uhr Nachmittags. Beresford blieb trotzig stehen, erwartete aber am nächsten Tag eine zermalmende Niederlage, sobald der Angriff am 17. erneuert. Dieser blieb jedoch aus, denn Soult ahnte nicht solche Zerrüttung des Feindes und soll angeblich 8000, Beresford 7200 Tote und Verwundete verloren haben, so daß Soult an Infanterie sehr schwach war. [Nach St. Chamans verlor Soult 7000, Beresford 10 000, was wohl richtiger. Jedenfalls gehört „Albuera" zu den blutigsten Schlachten aller Zeiten, procentual dürfte keine des 19. Jahrhunderts ihr darin gleichkommen.] 500 Gefangene und andere Trophäen (6 Fahnen) führte Soult mit sich. Sein Vertrauter Verlé, ein Biedermann und geschickter Verwalter, fiel; Soult empfand es bitter. Er blieb am 17. stehen,

ging am 18. zurück. Bald darauf erschien hier Wellington mit seiner Hauptmacht und suchte durch das Gewicht seiner Anwesenheit den Fall von Badajoz zu erzwingen, wo der rührige Kommandant schon am 16. alle hinterlassenen Belagerungsarbeiten zerstört und seither die Festung verproviantirt hatte. Er ward jedoch neuerdings am 6. und 9. Juni mit schwerem Verlust abgeschlagen und jetzt verlegte auch Marmont seinen Schwerpunkt hierher, während Soult, statt direkt auf Sevilla zu retiriren, seit dem 23. Mai eine Flankenstellung bei Lerena einnahm, durch die er die künftige Verbindung mit Badajoz bewachte und 12 000 Mann Drouet im Juni an sich zog, die Napoleon ihm für das 5 te Corps überwiesen hatte. Bald darauf am 18. bei Mérida standen Marmont und Soult vereint (70 000), schon westlich vom wieder befreiten Badajoz, dem numerisch schwächeren Wellington (60 000) gegenüber, dessen Stellung bei Arronches am Caya-Fluß vor Portalegre jedoch wenig Hoffnung auf Erfolg gab. Zudem sah sich Soult gezwungen, sofort zur Deckung von Sevilla und Granada zwei Divisionen abzuzweigen und selbst dorthin zu eilen. Hierauf trennten sich also beide Marschälle. 20 000 Angloportugiesen (nach Napier nur etwa 15 000, es stieß aber später eine neue spanische „Armee“ unter Morillo dazu) unter General Hill blieben an der Grenze von Estremadura, ihnen gegenüber zwischen Sevilla und Badajoz zwei Divisionen Drouet und die kleine Division Girard bei Merida, eine andre jedoch seitwärts bei Trurillo, um Verbindung mit Marmont zu bewahren. Am 28. Oktober ließ Girard sich bei Arojo di Molino aufs leichtsinnigste überfallen. Drouet mit 17 000 Mann bei Lerena und Merida stieß jedoch Hill Mitte November zurück und verproviantirte Badajoz. Ein Versuch Hills Ende December, die französischen Standquartiere zu überfallen, glückte nicht, verbreitete aber Unruhe vor etwaiger Offensive von dieser Seite. Doch Treillard zersprengte Morillo. Da Soult seine Aufmerksamkeit dauernd wieder dem Südosten zuwenden mußte, wo er zwar schon im August das neue Heer Blakes in Murcia vernichtet hatte, wo aber die Belagerung von Cadix immer noch kein Ergebniß brachte, Ballesteros vor Godinet unter die Kanonen von Gibraltar entwischte und der Anschlag auf Tariffa Anfang Januar scheiterte, gelang es Wellington, ehe sein Kommen ruchbar ward, Badajoz neuerdings anzufallen und am 6. April 1812 zu erstürmen. Der Franzosen Kunst und Heldensinn erlag dem unverwüstlichen Bulldoggenmuth der scharlachroten Söldner, die 4000 (laut Napier 3750) der Ihren in der Bresche ließen, wovon 700 auf der Stelle tot. Die ganze Belagerung kostete fast 5000 (4825, wovon 378 Off.) nach Wellingtons Angabe, wahrscheinlich aber mehr. So brav war der Commandant Philippon, daß er im letzten Untergangskampf, wo schon die niederträchtigsten Greuel der englischen Miethlinge in der eroberten Stadt rasten, ein paar Reiter zu Soult sandte, um größeres Unheil zu verhüten. Denn der Unermüdliche rückte wieder zum Entsatz an, stand jetzt natürlich von weiteren Fortschritten ab und wich mit 24 000 Mann vor 45 000

Verbündeten hinter den Guadalquivir. Als sich Wellington gegen Marmont wandte, während Soult wieder andre Geschäfte nach Sevilla riefen, entwich später vor Soult der geschickte Hill, ohne sich zur Schlacht zwingen zu lassen. Marmont verlor aber bald jede Fühlung mit Soult, indem General Hill, ebenso waghalsig als gewandt, den verschanzten Brückenkopf bei Almaraz am 19. Mai mit 6000 Mann überfiel und teilweise zerstörte. Dabei wich er wieder Drouet (bei Cáceres) und den Divisionen Foy und Darmagnac (nördlich des Tajo) aus und entzog sich jedem Schlag. Trotzdem Hill auf 26 000, wovon 17 000 Angloportugiesen, verstärkt und Drouet (auf 21 000 verstärkt) gewachsen war, enthielt sich der englische Unterführer jeder eigenwilligen Unternehmung, sehr im Gegensatz zum Benehmen der französischen Generale! Soult hatte zum russischen Feldzug 15 000 Mann abgeben müssen, natürlich der besten Truppen, und von 67 000 war er auf 48 000 geschmolzen. (Die sonst angegebene Ziffer 58 000 ist falsch.) Ehe er aber Marmont durch eine Diversion mit Drouet, der Soults bestimmtem Befehl eine Schlacht zu liefern nicht folgeleistete, gegen Hill Luft machen konnte, war Marmont bei S a l a m a n k a völlig geschlagen. Unvorsichtig Wellington angreifend, machte er gleich ein falsches Umgehungsmanöver, das der Brite zu mächtigem Vorstoß benutzte. Und nun wurde klarer denn je, daß die einzige Hoffnung der französischen Heere in Spanien auf Soult beruhte. Clausel versprach, das geschlagene Heer hinter den Douro rettend, anfangs hinter Valladolid Stand zu halten. Da aber der unwissende Dilettant Josef, statt sich mit ihm zu vereinen, nachdem er mit 14 000 Mann und dem eben wieder eingetroffenen Jourdan von Madrid bis Blascosancho am 24. Juli gerückt, weiter bis Espinar und über das Guadaramagebirge am 27. zurückging, wich Clausel am 29. nach Burgos. Suchet sandte zwar 2000 Italiener dem König zu Hülfe, dieser machte bis zum 31. wieder kehrt bis Segovia, verließ jedoch am 10. August Madrid. Wellingtons Vorhut, der mit 28 000 alten Truppen und dem spanischen Parteigänger España zwischen Douro und Madrid durchbrach und mit nur 19 000 (Clinton 8000 und Galizier 11 000) Clausel beobachtete, wurde am 11. von Treilhards Dragonern und den Rheinischen Lanciers (Großherzogthum Berg) mit starkem Verlust zurückgeworfen bei Rozas. Die Portugiesen flohen, die Deutsche Legion (Dragoner) focht mit Bravour, in ihren Quartieren überfallen, einer ihrer Obersten und ein portugiesischer General wurden aber gefangen. Hätte der König sich dreist gegen Wellington gewagt, der bei Verfolgungen theils matt theils unvorsichtig verfuhr — hier lag eine seiner größten Schwächen, — mit einem Wort, hätte Soult hier kommandirt, so wären entweder Madrid und die Guadaramapässe oder aber die Dourolinie gehalten worden. Josef aber setzte feige seinen disciplinlosen Rückzug nach Valencia zu Suchet fort, zumal ihm Soult peremptorisch 10 000 Mann verweigerte, die er hätte nach Toledo senden sollen. Aber die wüthenden Ordres des Königs, Andalusien zu räumen, häuften sich und so blieb dem

armen Marschall nichts übrig als seine ganze Herrlichkeit zusammenzupacken. Madrid sah also den Briten einziehen, die nutzlose Garnison mit 2000 Mann Retiro kapitulirte am 13. August. In der dümmsten Weise wurde so die Garnisonen von Guadalaxara, Tordesillas, Zamora und Astorga (im Ganzen 4000 Mann) preisgegeben, die eng blokirt sich nicht halten konnten. Diejenigen von Aranjuez und Toledo allein entführte Josef „auf nach Valencia"! Die Garnison von Segovia evacuirte allerdings ein Detachement Suchets, aber der schreckliche Freischäler Empecinado nahm ihr auf dem Marsch nach Valencia noch Kanonen und Gefangene ab. Das waren die Zustände, die Soult am 3. October antraf, als er mit 45 000 Streitern 72 Geschützen der „Armee des Südens" nach Valencia abschwenkte, nachdem er das Belagerungscorps von Cadix und alle Garnisonen über Antequera bei Granada am 28. August vereint und am 5. Sept. Drouet über Cordova an sich gezogen hatte, um sich mit der „Armee des Centrums" (Josef) zu vereinen und mit der „Armee des Nordens" (jetzt unter dem älteren Divisionsgeneral Souham, der auf Napoleons prophetisches Geheiß eine Reserve von Bayonne rechtzeitig heranführte) Fühlung zu gewinnen. Zuvor hatte Clausel am 14. August Clinton wieder vom Douro vertrieben, da er 27 000 Mann neu gesammelt hatte, durch Foy mit 2 Div. und 1600 Reitern eine sehr geschickte Diversion vom 16. bis 25. August bis in den Rücken Clintons gemacht und die Garnisonen von Zamora und Toro gerettet, während Astorga mit 1200 Mann ohne Nöthigung sich den Galiziern ergab. Aber die Partidas im Norden beunruhigten die Generale Caffarelli, Rouget und Reille bis Aragon hinein. Und Wellington ging nun wieder mit seiner Hauptmacht von Madrid über den Douro vor, mit Clinton und Galiziern vereint. Nur Clausels Manöver in den Pisuergathälern vom 6. bis 18. September hielten Wellington, — der hier sehr unentschlossen operirte und, obschon mit 3000 Briten neu verstärkt, durch Krankheit seit der Schlacht 2000 Menschen und außerdem die ganze portugiesische Artillerie durch Materialschäden verlor, — so lange auf, daß er erst am 20. Burgos mit 33 000 Mann und 50 Geschützen belagern konnte. Aber General Dubreton mit nur 1800 Mann hielt mannhaft die zerfallene Citadelle einen Monat lang mit 600 Mann Verlust und schlug fünf wüthende Stürme ab, wobei die deutsche Legion umsonst sich opferte. Nachdem der Brite sich also vor dem morschen sturmfreien Kastell, dessen Breschen nur der Heldenmuth mit dem eigenen Leibe füllte, blutige Köpfe (2000 oder gar 3000 Verlust) geholt, mußte er am 21. October die Berennung aufheben, um sich vor Soult zu retten. Denn während die „Armee von Portugal" sich an der „Armee des Nordens" wieder aufrichtete und mit 44 000 Mann 66 Kanonen (inclusive 3000 Mann Junge Garde Cafarellis und 5000 Reiter) vorbrach, 6000 gegen Mina in Biscaya hinter sich, stand Soult mit 58 000 Mann 84 Geschützen (wovon noch 40 000 seiner eigenen Südarmee", mit 6000 Kavallerie 5000 Artillerie) ihm in der Flanke. An Soult hatte Josef trotz alles Grolles

den Oberbefehl übertragen müssen, da sowohl er als Jourdan und Suchet sich widerwillig vor der Größe beugten. Hill war, nach Drouets Abmarsch, über Almarez am 28. Sept. in Toledo mit 25 000 Mann 24 Geschützen. In Madrid standen 11 000 Wellingtons, mit denen er sich bald vereinte. Auch 4000 Mann aus Cadix stießen zu ihm. Während Souham über den Carionfluß Maucune heftig nachdrängen und Foy über Plasencia die Linke der Hauptmacht Wellingtons (33 000 Mann 42 Geschütze) am 24. Oktober umgehen ließ, so daß dieser, über Torquemada und Muriel retirirend, erst am 30. October bei Tordesillas wieder Front machte, marschirte Soult, nachdem er unterwegs am 6. October das starke Fort Chinchilla zur Uebergabe gezwungen, von 18. bis 30. über Aranjuez—Ocanna, seine alten Siegesfelder. Er jagte Hills 40 000 mit nur 25 000 vor sich her, indeß Josef am 4. November mit 23 000 durch Madrid aufs Guadaramagebirge ging, und machte so Wellingtons Stellung unhaltbar. Diese Leistung ist um so bemerkenswerther, als Soult Hill für noch viel stärker hielt als er war und Josef ihm Drouet weggenommen hatte. Souham überschritt den Douro am 4. November schon weiter westlich bei Toro und die rasche Vereinung Wellingtons und Hills, um entweder auf Souham oder Soult zu fallen, erwies sich aussichtslos, da Soult von Segovia-Arevalo auf Fontiveros abbiegen und so Alba de Tormes erreichen d. h. den Feind von Portugal abschneiden mochte. Der Rückzug Wellingtons wurde immer böser. Die Intendantur leistete wenig, die Truppen fingen an Excesse zu begehen, die Ordnung löste sich, Trunkenheit nahm zu. Am 8. erreichte sich schon bei Medina del Campo die Vorhut beider französischer Heere, und schon am 10. donnerten achtzehn Geschütze Soults gegen Alba. Mittlerweile war Cafarelli nach Vittoria zurückgekehrt, Souham hatte Garnisonen von Zamora bis Valladolid an den Douro geworfen, Josef nach Madrid, und so betrugen die vereinten Heere kaum 80—85 000 Mann mit 120 Geschützen (nach französischer Angabe nur 70 000) gegen 52 000 Anglo-Portugiesen 16 000 Spanische Gewehre und Säbel, 70 Geschütze (mit etwa 3500 Artilleristen und 12 000 Offizieren und Sergeanten sicher auch 85 000 Mann) in der furchtbaren, jetzt obendrein verschanzten Arapilen-Stellung bei Salamanca. Es wäre daher unvorsichtig gewesen, auf diesem vom Feinde ausgewählten Schlachtfeld zu schlagen, wo die 12 000 französischen Reiter wenig nützten, 62 000 feindliche Infanteristen aber wahrscheinlich gar keine französische Uebermacht gegen sich hatten und sie jedenfalls durch solche vorbereitete Defensive wahrlich wettmachen konnten! So verwarf denn Soult den Schlachteifer des alten Jourdan und aller Andern außer Clausel mit vollem Recht. Er umging am 14. mit der Hauptmacht Wellingtons Rechte vollständig, während er die „Armee von Portugal" (jetzt unter Drouet d'Erlon) gegenüber Alba demonstrieren ließ, und stellte sich an die Straße zwischen Alba und Tamames, seine Linke lehnend auf Wellingtons Rückzugsstraße nach Ciudad Rodrigo. Während er sich aber dort am 15. befestigte, sammelte Wellington 3 Kolonnen und marschirte mit

überraschender Tollkühnheit auf Kanonenschußweite an ihm vorüber, in voller Schlachtordnung und die jetzt beim Rückzug gefährdete Linke mit der ganzen Kavallerie und Artillerie deckend. Unerhörtes Glück begünstigte ihn, denn dichter Nebel und starke Regenschauer verdeckten erst dem Feind die Aussicht und dann die Nebenwege, als er zur Verfolgung aufbrach, während die Verbündeten auf den Hauptstraßen sich leicht und schnell bewegten. Unstreitig hätte ein sofortiger Angriff vielleicht große Ergebnisse gebracht; aber Drouet, der die Tormes gleichfalls passirte, war noch nicht heran und nur die Vortrefflichkeit der von Soult gewählten Stellung hielt den anfangs zuversichtlichen Wellington ab, seinerseits anzugreifen. Vor allen Dingen aber ergiebt sich aus der ganzen hinhaltenden Art Soults, daß er diesmal jede Schlacht vermeiden wollte, da das allgemeine Gebäude französischer Herrschaft in Spanien wankte und erst wieder ins Gleichgewicht gebracht werden mußte. Deshalb stand bei einer Schlacht für den Eroberer Alles auf dem Spiele, für den Befreier wenig. Hier galt es nur, Wellington zum Rückzug nach Portugal zu bewegen, womöglich zu verlustreichem Rückzug. Diese doppelte Aufgabe erfüllte Soult vollkommen. Schon am 16. löste das englische Heer sich in marodirende Banden auf, als es nach Tamames retirirte.

2000 Nachzügler wurden gefangen. Am 17. brachen 8000 Reiter Soults in die Marschsäulen ein und stifteten großes Unheil, u. A. riß man den Divisionär Paget förmlich aus der Mitte seiner Leute. Soult ging eilig genug vor, so daß man ihm wahrlich keine Uebervorsicht vorzuwerfen hatte, wie von thörichten Besserwissern geschah; denn er kam bei Tamames zuvor, und als er hier Hill in Front fand, stürzte er am Huebra-Bach auf die Nachhut. Sehr viel Bagage fiel in seine Hände und nach Jourdans Zeugniß brachte man 3250 Gefangene nach Salamanca. Mit Mühe erreichte der Geschlagene am 20. Ciudad. Sein Verlust wird von Franzosen auf 12 bis 17 000 geschätzt, Berennung von Burgos inbegriffen; Napier nimmt 9000 an. Wir werden gut thun, die runde Summe 10 000 anzusetzen.

Jedenfalls hatte Soults genialer Flankenmarsch, Wellington einen Verlust für zwei schwere Schlachten zugefügt, seine Armee war ruinirt und erholte sich langsam in Winterquartieren: so hatte der große Marschall den ganzen Verlust der Marmont-Campagne ausgeglichen, dem Sieger alle Früchte geraubt.

Während aber seine Besonnenheit die verwirrte Lage ordnete, schmähte ihn Josef unablässig in pöbelhaften Briefen, worin er ihn sogar der Feigheit zieh. Achselzuckend gab Napoleon dem Geschrei nach, weil eine weitere Gemeinsamkeit des Arbeitens unmöglich wurde, und berief Soult 1813 nach Deutschland als Chef der Garde und in besonderer Vertrauensstellung. Die Folge blieb nicht aus, sie hieß „Vittoria"! Indem Wellington mit seiner Hauptmasse (jetzt 100 000 stark) die Esla überschritt, warf er Josef vom Douro auf Burgos, von da über den Ebro. Bei V i t t o r i a ward Josef von bedeutender

Uebermacht unvorbereitet angefallen und völlig überwältigt. Doch verlor Wellington ebensoviel Tote und Verwundete. Unterm Schutz Foys staute sich die geschlagene Armee, die fast ihre gesammte Artillerie einbüßte, unter den Mauern von Pampeluna und sammelte sich hinterm schützenden Grenzfluß Bidassoa. Am 21. Juni hatte die große Katastrophe stattgefunden, wobei übrigens die Franzosen, besonders die „Armee von Portugal“ unter Reille am rechten Flügel gegen 20 000 Anglo-Portugiesen Grahams, die Ehre ihrer Adler hochhielten und Wellington seinen Erfolg sehr theuer bezahlen ließen, trotz der unglaublichen Ungeschicklichkeit Josefs und seiner Generale. Aber schon am 12. Juli traf der Retter Soult an den Pyrenäen ein. Er hatte geheime Ordre, Josef mit Gewalt aus dem Lager zu werfen, der unglückliche Narr dankte freiwillig ab.

Noch standen 156 000 französische Soldaten von Valencia bis Pampeluna. Wirklich standen auch 97 000 bei Soult unter Waffen mit 86 Geschützen, aber die Garnisonen von Pampeluna, San Sebastian, Bayonne und die Fremdenbataillone (Nassauer, Frankfurter, Italiener u. s. w.), welch letztere als Stamm neuer Aushebungen in die Heimath abgehen sollten und zum Theil unsicher wurden, absorbirten 20 000. Schon am 24. eröffnete er die Offensive, indem er nachdrücklich mit 60 000 Streitern 66 Geschützen in das Rolandsthal von Roncesvalles vorstieß, während 15 000 Mann unter Vilatte (die frühere „Armée du Midi“) die Bidassoa beobachteten. Aber heftige Regengüsse, geschwollene Bergbäche hielten den Vormarsch ermüdend auf, so daß man 2 Tage verlor.

Soults Idee war kühn und großartig, wie kein Alpenkrieg je Aehnliches sah. Die Aufstellung Wellingtons war scheinbar unangreifbar stark, aber durch Thäler und Schluchten so getrennt, daß ein genialer Stratege gegen jeden Theil plötzlich überlegene Massen concentriren konnte. Der linke Flügel, 21 000 Mann, lehnte sich nach San Sebastian zu, wo er seinen Belagerungstrain hatte und der dem Feinde näher und zugänglicher lag. Das Centrum, 24 000, konnte sich zwar in zwei Märschen damit vereinen, wenn Soult auf der Straße von Irun hier vordrang. Das fiel Soult aber gar nicht ein, sondern er wandte sich gegen die feindliche Rechte, die Pampeluna cernirte und die durch einen langen Bergrücken vom Centrum getrennt war. Die im Kriege unvermeidlichen Friktionen, Irrungen und Störungen der Unterführer durchkreuzten jedoch Soults geniale Pläne. Die siebentägige „Schlacht in den Pyrenäen“ endete nach beiderseitigen tapfern Thaten und herben Verlusten mit Soults Rückzug hinter die Bidassoa. Auch eine dortige Schlacht konnte San Sebastian's Schicksal nicht aufhalten, das von Graham (2500 M. Verlust) erstürmt wurde. Auch Pampeluna fiel. Soult wich hinter die Flußlinien der Nive, Nivelle und Adour. Wellingtons gewaltige Ueberzahl (120 000) legte aber all seine Anstrengungen lahm, seine Schanzen wurden nach heftigen Kämpfen genommen, eine anfangs glückliche Gegenoffensive — Schlachten von Barouillet und St. Pierre — scheiterte zuletzt und Soult gab auch diese Stellungen auf, ging

heil bis zur Grenze, sein um Hülfe angeflehter Kollege Bessières hinter die Gave zurück. Dort bei Orthez am 23. Februar schlug er anfangs Wellington's Angriff glänzend ab, die hartnäckige Bravour des britischen Fußvolks ward aber aller Hindernisse Meister und Soult lockte jetzt in excentrischem Rückzug nach Osten — statt nach Norden — den Feind ins Innere Frankreichs sich nach, wo er sich bei Toulouse verschanzte. Auch dort aber entriß ihm die unbezwingliche britische Infanterie den dominirenden Mont Rave, obschon die meisterhaften Anordnungen Soults den Feind in gefährlichste Lage brachten und ihm doppelt so großen Verlust zufügten. Es war die letzte Schlacht von 1814, tags darauf trat Frieden ein. —

Wenn wir auf den Halbinselkrieg zurückblicken, so finden wir überall als Ursache des Mißerfolgs die Eifersüchtelei der Führer. Werfen wir diesbezüglich noch einen Blick auf den Portugalzug Massenas. Dessen Ausrückstärke geben die Franzosen entschieden zu niedrig auf 50 000 an, mit 60 Kanonen unter dem hervorragenden Eblé. Die drei Corpsführer Ney, Junot, Reynier zankten von Anfang an mit ihrem Chef, dessen Autorität besonders Ney nicht anerkannte. Oft mit Recht. Denn als man im September 1810 die Busacco-Stellung Wellingtons noch mäßig besetzt traf und Ney sofort stürmen wollte, untersagte es Massena aus Faulheit, befahl aber später den Sturm, als die Engländer vollzählig entwickelt standen, statt jetzt zu umgehen, was tags darauf geschah und wirklich Erfolg hatte. Beim sinnlosen Frontalangriff thaten das 26. de ligne und Brigaden Ferey und Simon Ney's, Foy und Sarrut Reynier's umsonst Wunder der Tapferkeit, nur um mit 5000 Mann Verlust den Felsabhang hinabgestürzt zu werden. Das 36. Rgt. verlor 500, so daß es nur mit 1165 in Coimbra eintraf. General Simon ward gefangen. Als dann 3000 Kranke in Coimbra unter Schutz von nur 80 Mariniers zurückgelassen, die deshalb gleich darauf von Freischaren überrumpelt wurden, begann schon Neys offener Ungehorsam. Dieser überredete auch noch das Reservecorps Drouet d'Erlon, das bei Santarem vor Torres Vedras erschien, abzumarschiren und nur gemessener Befehl bewog Drouet zu bleiben. Auf dem Rückzug verlor Ney beinahe das 39. und 59. Rgt. und Reiterbrigade Lamotte bei Foz d'Aronce, hieb sie aber heldenhaft mit dem 27. de ligne heraus und jagte dann die Engländer mit Divisionen Ferey und Mermet in die Flucht. So kam Massena noch

Ney, Michel, Herzog von Elchingen, Fürst von der Moskwa, geb. 10. 1. 1769 zu Saarlois, 1804 Marschall führte durch seinen Sieg bei Elchingen die Kapitulation von Ulm herbei, 1812 hervorragend, 1813 am 6. 9. von Bülow bei Dennewitz geschlagen, huldigte 1814 Ludwig XVIII., wurde Oberbefehlshaber der 6. Militairdivision, ging 1815 wieder zu Napoleon, dem er entgegengezogen war, über, wurde nach der Kapitulation von Paris geächtet, auf der Flucht nach der Schweiz verhaftet und am 7. 12. 1815 erschossen. Literatur: Mémoires publ. par s. fils 2 Bde. 1833; Rouval, Vie du maréchal Ney 1833; Dumoulin; hist. du procès du maréchal N. 2 Bde. 1815; Delmars, Mémoire s. l. révision du procès du maréchal N. 1832; Welschinger, Le maréchal N. 1893.

erschien aber nur mit 1500 Gardelanciers persönlich bei Massena, um ihm schadenfroh gute Rathschläge zu ertheilen. Nur deshalb nahm die Schlacht bei Fuentes (Mai 1811) einen für Wellington nicht ungünstigen Verlauf, und dieser ist so bezeichnend, daß wir ihn ausnahmsweise etwas näher betrachten wollen. Division Ferey vom Corps Loison — Ney war endlich wegen Ungehorsam des Kommandos entsetzt — soll zuerst Fuentes erstürmt haben; nach Anderen war es Claparède (Erlon). Ferey sei dann geworfen worden, wobei aus Versehen das 66. de ligne das Fremdencorps „Hannoversche Legion" beschoß, weil es rothe Waffenröcke wie Engländer trug und der faule Loison versäumt hatte, ihm andre Erkennungszeichen zu geben. Massena umging jetzt mit 4 Divisionen Junots und Erlons den Sumpf von Nave del Avel, wobei man angeblich die spanische Freischar des Don Julian Sanchez zersprengte. Soviel ist sicher, daß der rechts umgangene Wellington eine Frontveränderung machte, indeß die Armee-Reservereiterei von Montbrun die nächste gegen die Umgehung vorgeworfene Brigade niederritt und Division Maucune das Gehölz von Pozzo Velho besetzte. Nun fand aber wieder einmal ein Zank zwischen Loison und Montbrun statt, der Letzteren so verstimmte, daß er weiteres Vordringen verweigerte, denn Bessières schicke ihm nicht die versprochenen Reservebatterien. Infolgedessen zauderte auch Loison und ließ Wellington Zeit, der bedrängten Division Crawford seine ganze Reiterei zu Hülfe zu senden. Auf Massenas strengen Befehl attakirte endlich Montbrun und sprengte das Rgt. Houston, doch ein Rifle-Bataillon hielt hinter einer langen Mauer die Verfolgung auf. Crawford bildete jetzt Vierecke, von denen zwei durch die Dragoner Ornanos gesprengt, das dritte umsonst von Fournier und Wathier bestürmt wurde. Die Gardelanciers aber mußten müßig zusehen, obschon ihr kühner Führer Lepic (Eylau) vor Zorn in den Säbelgriff biß, denn Neid und Eifersucht Bessières' erlaubten keinerlei Hülfeleistung für den gehaßten Massena. Darüber verstrich der günstige Moment, Wellington vermochte zwischen Turones und Onoro eine neue Schlachtordnung zu formen. Loison machte falsche Bewegungen, Reynier weigerte sich, über Alameda dem Feind in den Rücken zu fallen. Massena, in Verzweiflung über dies stete Durchkreuzen seiner Absichten, wollte jetzt umgekehrt links Wellington umgehen, als Eblé erklärte, die Munition sei erschöpft, und die Intendanz hatte schon alle Wagen nach Ciudad Rodrigo geschickt, um von dort Brot zu holen! Jetzt hätte wenigstens das Fuhrwerk der Garde Bessières' aushelfen können, aber auch dies versagte der „ritterliche" Reitermarschall dem Kollegen und ein wüthender Auftritt zwischen zwei schimpfenden Großwürdenträgern beschloß so symptomatisch den letzten Kampf der Franzosen auf portugiesischem Boden! Ists nicht ein ergötzliches und doch tieftrauriges Bild der inneren seelischen Verfassung dieser napoleonischen Generalität, was wir an diesem Beispiel entrollten? Was Wunder also, daß der Stern des Korsen sank, sobald er nicht mehr eigenhändig den Feldherrnstab schwang! Die Talentlosigkeit und Charakterschwäche seiner Gehülfen sollte ihm noch den Thron kosten.

Fürs erste freilich ging er noch dem Zenith seiner Macht entgegen. Die Truppen selbst fochten, auch ohne vom Auge ihres Cäsars bewacht zu sein, bis zuletzt in Spanien ihres hohen Rufes würdig. So das 64., das bei Ocanna alleine 47 Mann einer einzigen Compagnie verlor und noch ärger bei Albuera litt; das 36., das im Mai 1809 gegen Wellington Soults Rückzugspforte Amarante deckte und bei Vittoria unter Reilles persönlichem Kommando nebst dem 2. Leichten die heroische Nachhut bildete. Ebenso ließ der sonstige kameradschaftliche Geist im Officierkorps nichts zu wünschen übrig und die Vorgesetzten behandelten selbst frondirende Untergebene noch wohlwollend, wie z. B. Marbot naiv bekennt, daß sein Chef Exelmans 1813, auf dessen Zerfahrenheit er schimpft, ihn selber „überschwänglich" gelobt habe. Aehnlichen Eindruck gewinnt man aus St. Chamans, Parquins und aus Chamorins Briefen. Nur Massenas Briefe an Eblé, der vor Torres Vedras Unmögliches vollbringen sollte, machen schlechten Eindruck und peinlich wirkt auch ein Brief Napoleons vom 7. Oct. 1809, worin Sénarmonts Lob der badischen Artillerie bei Talavera gerügt wird! Nur nicht die Deutschen verwöhnen!

Die österreichische Armee von 1809, fast 300 000 Mann stark, also die zahlreichste, die bisher je Napoleon entgegentrat, bestand in der zweiten blutigsten Hälfte des Feldzugs größtentheils aus „Reservemannschaft", die noch keinen Monat Dienst hinter sich hatte, meist aber gar keinen, wie die sehr zahlreiche Landwehr, durch viele Freiwillige aus den besten Ständen umrahmt. Diese „Milizen" — so nannte Gneisenaus berühmte Denkschrift von 1811 sie ausdrücklich — haben aber mehr geleistet, als irgend eine sonstige Streitmacht der Coalition, mit Ausnahme der ähnlich organisirten preußischen von 1813. Wenn dies von edelster Begeisterung glühende und von dem geistig höchststehenden Feldherrn des antinapoleonischen Europa, Erzherzog Karl, geführte Heer dennoch dem Genie Napoleons erlag, so verdient dieser Feldzug besondere Aufmerksamkeit, weil er vielleicht der strategisch geistreichste ist, den die Geschichte kennt. Berthier, der in Abwesenheit Napoleons den Oberbefehl führte, hatte im April die bei Regensburg und Augsburg getrennt stehenden Hälften der napoleonischen Armee in üble Lage gebracht. (Eine jüngste Abhandlung von Baron Binder-Kriglstein entlastet freilich Berthier theilweise.) Der

Karl, Ludwig Johann, Erzherzog von Oestreich, geb. 5. 9. 1771 zu Florenz, schlug 1796 am 24. 8. Jourdan bei Amberg, am 3. 9. bei Würzburg, trieb Moreau über den Rhein zurück, 1801 Hofkriegsrath-Präsident, siegte 30. u. 31. 10. 1805 über Massena bei Caldiero, drang 1809 in Bayern, schlug am 21. u. 22. Mai die Franzosen bei Aspern u. Eßling, wurde am 5. u. 6. Juli bei Wagram geschlagen, legte dann seine Aemter nieder. Er starb 30. 4. 1847. — Werke: Grundsätze d. Strategie 3 Bde 1814; Geschichte d. Feldzuges von 1796 in Deutschland 2 Bde. 1819; — Milit. Werke 3 Bde. 1862—63; Auszug 1882;

spornstreichs aus Paris heranstiefelnde Empereur schob jedoch mit wenigen genialen Schachzügen seine Armee central zusammen, indem er vor allem das eben vom Rhein eingetroffene Reservecorps Massena als rechten Flügel neben dem kleinen Grenadiercorps Oudinot energisch vorschob, um gegen die feindliche Rückzugslinie zum Inn zu drücken, dagegen die Linke unter Davout von Regensburg südwestlich abmarschiren und sich dem Centrum (Lefebvre) nähern ließ. Hinter Lefebvres Baiern rückten dort die Württemberger unter Vandamme auf.

Am 10. April hatte Erzherzog Karl den Inn überschritten: drei Corps unter Hiller bei Braunau in der Mitte, nördlich davon Corps Rosenberg und Lichtenstein, südlich Hohenzollern und noch weiter links streifte Division Jellajic gen München. Erst am 16. ward der Isar überschritten, die Rechte bis Straubing reichend. In der Mitte bei Landshut drückte man die bayrische Division Deroy zurück, alle Bayern unter Lefebvre wichen bis hinter die Abens. Jetzt befand sich zwischen Davout und den übrigen französischen Corps eine Lücke von 100 km! Aber der Erzherzog erleichterte selber Napoleons Concentration, indem er sich theilte, statt direkt vorwärts zu marschiren. Rosenberg, gefolgt von Lichtenstein, ging nördlich bis Langwaid, Hohenzollern und Kienmeyer (letzterer von Hillers Flügelarmee) kamen nach Rohr, von Süden hinter dem Centrum Hillers weggezogen, das über Pfaffenhausen gegen die südliche Abens vorstieß. Bei diesen beiden Corps Hiller und Erzherzog Ludwig war ein Zusammentreffen mit Lefebvre bei Siegenburg-Mainburg unvermeidlich, ebenso aber im Norden mit dem soeben von Regensburg abziehenden Davout für den Erzherzog, falls sich dieser mit vereinter Wucht auf eine der Kolonnen warf. Statt dessen blieb er, nachdem der 17. und 18. mit langsamem Manövriren vergeudet, am 19. bei Grub mit der Grenadierreserve Lichtensteins stehen, nur dessen Reiterei streifte rechts bis Regensburg. Die drei Korps von Hiller beobachteten wieder nur an der Abens und nur Hohenzollern hatte ein ernstes Engagement. Der gefährliche Flankenmarsch Davouts von Norden nach Südwesten entwickelte sich nun folgendermaßen:

19. April: Davout schickt Train und Kürassiere St. Sulpice voraus nach Obersaal. Zunächst der Donau gehen Morand und St. Hilaire über Tengen und Unterfecking. Oestlich davon Gudin und Friant auf Oberfecking über Saalhaupt, als Seitendeckung das 7. Leichte und Kavallerie Montbrun (Husarenbrigade Pajol, Lancierbrigade Jaquinot) über Schneidart auf Hausen. In Regensburg bleibt das 65. de ligne zurück, gegen das gleichzeitig auch nördlich

Ausgew. Schriften 6 Bde. 1893—94. — Literatur: Duller, Erzherzog K. 1844 bis 1847; Thielen, Erzherzog K. 1858; Schneidawind, Das Buch vom Erzherzog K. 1860; Zeisberg, A. d. Jugendzeit des Erzherzog K. 1883; Zeisberg, Erzherzog K. u. Prinz Hohenlohe-Kirchberg 1792, 1888; Zeisberg, Erzherzog K., ein Lebensbild Bd. I, 1895; Angeli, Erzherzog K. als Feldherr 3 Bde. 1896; Zeisberg, Der letzte Reichsgeneralfeldmarschall Erzherzog K. 1796, 1898; Menge, Die Schlacht von Aspern 1900.

der Donau zwei Korps Kollowrat und Bellegarde aus Böhmen anrücken. Die österreichische Streitmacht stieg so auf 175 000 Mann, nach andern Quellen auf 190 000. Letztere Angabe ist wohl ebenso übertrieben wie die für Napoleons einzelne Corps, wobei Davout (5 Divisionen, von denen jedoch Demont noch fehlte) sogar auf 66 000 angegeben wird! Es mag richtig sein, daß Napoleon 1809 im Ganzen 190 000 Mann nach Oesterreich führte; hiervon fehlten jedoch Corps Bernadotte und Garde und dürfte seine bis zum 22. versammelte Masse 150 000 nicht überschritten haben. Jedenfalls besaß der Erzherzog anfangs ansehnliche Uebermacht im Ganzen, die aber durch die Donau vorerst getrennt war. Andrerseits kamen die Corps Massena und Oudinot bei der eigentlichen Operation nicht zur Geltung, so daß Davout, Bayern, Württemberger, St. Sulpice (von Bessières' Reservereitern fehlten noch Nansouty und Espagne) wohl wenig mehr als 90 000 gegen 126 000 Oesterreicher (nach niedrigster Angabe) südlich der Donau betrugen. Der Erzherzog legte es aber förmlich darauf an, dies Zahlenverhältniß zu seinen Ungunsten zu verschieben. Er ging jetzt von Süden nordwestlich vor: Hohenzollern links von Rohr auf Hausen und Tengen, seitwärts gegen Lefebvre gedeckt durch Detachement Thierry bei Offenstetten, Rosenberg rechts von Langweid auf Schneidart, seinerseits seitwärts rechts gedeckt durch Kav. Brigade Vecsay, die von Eggmühl auf Eglofsheim (vor Regensburg) vorprellte. Rosenbergs Vorhut scharmützelte bald im Schneidartwald mit Gudins Vorhut, der aber ruhig weitermarschirte und dem sich die Lanciers anschlossen, und beunruhigte Montbrun, der nach kraftvollem Widerstand auf Saalhaupt wich, von wo Friant soeben zur Unterstützung St. Hilaires abmarschirte. Diesen griff nämlich Hohenzollern bei Tengen an. Brigade Pajol setzte sich auf die linke Flanke Friants, und Friants 15. Regiment kam gerade recht, um das tapfere 7. Leichte zu degagiren, das gegen das ganze Corps Rosenberg so lange aushielt. Brigade Gilly St. Hilaires schwebte schon in Bedrängniß, als Friant aufmarschirte, neben ihm eine Brigade von St. Sulpice; das 48. und 111. Regt. unterstützten St. Hilaire, so daß Davout, der nur diese zwei hinteren Divisionen der zwei Hauptkolonnen frontschwenken ließ, den Hohenzollern auf Hausen zurückdrängte. Dessen linke Flanke ward zugleich entblößt, denn die Bayern — von Napoleon auf Abensberg nordöstlich dirigirt, um Davout die Hand zu reichen, — vernichteten Detachement Thierry.

20. April: Die Vorderdivisionen hatten gelassen ihren Abmarsch fortgesetzt, während ihre Kameraden siegten. Morand war schon voraus; Gudin, die Kürassiere und Lanciers marschirten die Nacht durch weiter in Richtung auf Arnhofen und wurden dem soeben aus Spanien eintreffenden Marschall Lannes unterstellt. Ihn sollten Bayern und Württemberger als Centrum stützen, um gemeinsam die Corps Ludwig und Kienmayer auf Rottenburg — schon südöstlich von Rohr, von wo heut Hohenzollern abgerückt — zurückzustoßen. Gleichzeitig sollte aber die Rechte der napoleonischen Linie, Oudinot

und der anlangenden Massen, auf Mainburg gegen Corps Hiller stoßen, in Richtung auf Landshut a. d. Isar, weit südöstlich von Rohr, wo Erzherzog Karl sein Hauptquartier aufschlug. Inzwischen mußte Davout als Linke bei Tengen standhalten. Dort fand jedoch heut kein Engagement statt, denn Karl erwartete das Herankommen des Hillerschen Heers (3 Corps), dem er befahl, längs der Abens nordöstlich nach Tengen aufzuschließen. Diese endliche Concentration hätte er schon am 18. einleiten sollen, jetzt kam ihm Napoleons Offensive verderblich zuvor. Indeß die Bayern von Abensberg und die Württemberger auf Siegenburg frontal andrangen, brach Lannes in die Flanke Kienmayers bis Rohr. Diese zahlreichen Gefechte, die man als Schlacht von Abensberg zusammenfaßt, trennten die östreichische Linke völlig vom Generalissimus. Mit vielem Verlust an Gefangenen und Geschütz (an Toten und Verw. wollen sie nur 2710 verloren haben) flohen Ludwig und Kienmayer bis Landshut, wohin sich auch Corps Hiller zurückwandte. Die Aufmarschlinie Karls war somit in der Mitte durchbrochen. Schwacher Trost, daß heut die kleine Garnison von Regensburg, von Kollowroth am nördlichen und Reiterei Lichtenstein am südlichen Donauufer cernirt, kapitulirte.

21. April: Napoleon concentrirt sich immer mehr nach vorn vermittels fortdauernder Offensive. Denn die Bayerndivisionen Deroy und Kronprinz nebst St. Sulpice wirft er von Rottenburg bis Langweid heran, um direkt Fühlung mit Davout zu gewinnen. Es geschieht dies am rechten Ufer der Laber, die von West nach Ost über Eggmühl und Rocking in die Donau fließt. — Gleichzeitig verfolgten Lannes, Vandamme Bayerndivision Wrede auf Landshut. Nach heftigem Kampf nimmt Morand den Brückenkopf, den Generaladjutanten Mouton an der Spitze, von dem Napoleon zu sagen pflegte: „Mon Mouton est un lion". Hiller weicht jedoch erst, als Massena-Oudinot, von Pfaffenhofen anrückend, die Isar bei Moosburg und Freising überschreiten, um ihm den Rückzug abzuschneiden. Die Oestreicher gestehen wieder nur 2800 Tote und Verw. zu, büßten aber im Ganzen fast die Hälfte der drei Corps ein. Bessières wird beauftragt, Hiller mit Wrede Division Molitor und Kavallerie Marulaz von Massenas Corps nachzusetzen. Lannes und Vandamme aber müssen sofort vom Schlachtfeld direkt nördlich abmarschiren. Dort gilt es, Davout bei Eggmühl zu stützen. Das Gros Massena folgt nebst Kürassieren Espagne, Oudinot bleibt an der Isar. — Was aber trieb inzwischen Karl, der einstige Besieger Moreaus, Jourdans, Massenas? Immer noch glaubte er, getäuscht durch die feste Haltung Davouts, Napoleon selber vor sich zu haben, den er bei Peising und Abach — nördlich von Tengen — längs der Donau anrückend vermuthete! Dorthin setzte er Lichtenstein und Kolowrath in Bewegung, indeß Bellegarde selber in Regensburg verblieb. Hohenzollern und Rosenberg waren bis Eggmühl zurückgegangen. Davout folgte langsam, demonstrirte am Leuchlingwalde, dehnte seine Rechte bis Schierling an der Laber, wo er die Bayern erwarten durfte, und beschäftigte mit der Linken den Feind

so energisch, daß 33. und 111. Friants sogar die Höhen von Paring in Besitz nahmen. Montbrun mit Pajol und dem 7. Leichten verschleierten die Bewegung geschickt gegen Kolowrath und Lichtenstein. Der östreichische Verlust war auch hier bedeutend, nach eigenem Eingeständniß.

22. April: Davout hatte also fertig gebracht, bloß mit Friant, St. Hilaire, Montbrun vier österreichische Armeecorps zu fesseln! Statt daß 80 000 Oesterreicher am 20. und sogar 110 000 (diese hohe Ziffer adoptirt auch der amtliche „Leitfaden der Kriegsgeschichte" des östr. Kriegsministeriums 1897. Sind hingegen die niedrigeren Angaben richtig — wovon jedoch die des Generalsstabschefs Grünne in einem Bericht an Fürst de Ligne gar keinen Glauben verdienen —, so würden nur etwa 95 000 herauskommen, hiervon noch die Verluste am 20. abzuziehen) nach Hinzutreten Kolowraths am 21. diese schwache Abtheilung erdrückten, wurden jetzt sogar bei Eggmühl nur noch 47 000 Rosenberg-Hohenzollern weit überlegenen Feindesmassen ausgesetzt. Denn die Bayern — wohl nur eine Division — reihten sich Davout an, Vandamme marschirte auf Eggmühl, dahinter die eingetroffene Reservedivision Demont und Kürassierdivision Nansouty, seitwärts Lannes, der über die Laber umging. Ehe daher Lichtenstein und Kolowrath über Abach und Peising anrückten, waren Rosenberg schon bei Leuchling von Davout und Bayern, Hohenzollern bei Eggmühl von Vandamme und Lannes concentrisch von Westen und Süden angefallen und in den Wald von Roking geworfen. 15. und 33. Rgt. Friants entschieden wieder durch Umgehung auf Obersautling. Besonders Rosenbergs Corps focht mit glänzender Bravour, und als Kolowrath auf der Regensburger Straße heranzog, ward die Entscheidung zuletzt nur durch eine gewaltige Attake erzwungen, die Nansouty mit seinen sechs Kürassierregimentern und den vier von St. Sulpice, Württembergische und Bayrische Chevauxlegers auf beiden Flanken, in drei Linien (nicht in Kolonne à 5 Regimenter Tiefe 2 Front, wie die Legende berichtet) durchführte. Die Reservereiterei Lichtensteins (Kürassierbrigade Schneller, Husaren Sitzitz und Coburg, 44 Schwadronen gegen 48 französische) warf sich aber der Verfolgung entgegen, ebenso fünf Bataillone ungarischer Grenadiere vom Reservecorps, während Alles nordwärts nach Eglofsheim retirirte. Während diese Braven sich opferten und die Reiterschlacht bis in die Nacht hinein weitertobte, machte Napoleons Infanterie vor Köfering halt, wo Karl mit Kolowrath und Lichtenstein die Geschlagenen endgültig aufnahm. Die östreichische Reiterei (besonders Kürassierregimenter Gottesheim und Kaiser) ward zuletzt zersprengt und litt furchtbar gegen die Geharnischten Nansoutys, obschon die Franzosen wohl aufschneiden, daß erstere 13 mal mehr Tote verlor als letztere. Karl zog nordwestlich auf Regensburg ab. Wieder geben östreichische Quellen nur 6000 Tote und Verwundete zu, während die Franzosen 5200 verloren hätten, und 12 verlorene Geschütze; von den massenhaften Gefangenen schweigen sie. Neueste französische

Autoren meinen, daß die Franzosen anfangs doppelte Uebermacht hatten, was ja für Napoleons Strategie sehr rühmlich wäre; doch stimmt dies schwerlich, da nach Württembergischen Regimentsgeschichten sogar zweifelhaft scheint, ob Vandamme überhaupt zum Schlagen kam, obschon ihm die Legende eine entscheidende Rolle zuschreibt. Sogar der Oesterreicher Berndt giebt nur 65 000 Napoleonische bei Eggmühl an. Am 23. ward jetzt Kolowrath von Davout-Lannes nach Regensburg hineingeworfen, die Stadt nach starkem Widerstand durch Morand erstürmt, eine Brigade gefangen. Den Gesammtverlust am 22. und 23. berechnet sogar der Stabschef Grünne auf 16 000 Mann, wie den am 21. bei Landshut und Hausen auf 8000, und giebt zu, daß 100 Kanonen verloren gingen. Diese Angaben bleiben aber offenbar hinter der Wahrheit zurück, denn die Oestreicher verloren nach niedrigster Angabe im April 35 000 (Angeli 42 000), nach der nicht unwahrscheinlichen höchsten 55 000 Mann. Hiller, der am 24. bei Neumarkt Bessières etwas abschüttelte, hatte nur noch 35 000 Mann, der Erzherzog, mit Bellegarde vereint, höchstens 10 000. Wohl befand er sich jetzt am Nordufer in Sicherheit, denn ein Verfolgen nach Böhmen hinein wäre für Napoleon nicht rathsam gewesen, und hatte sich somit eine neue Operationslinie geöffnet statt der endgültig verlorenen direkt am Inn. Dafür war er aber gleichzeitig außer Action gesetzt und vermochte Napoleon's Vormarsch auf Wien längs Südufer der Donau nicht zu stören. Die „Manöver um Eggmühl", wie Napoleon sie nannte, schätzte Er selbst daher mit Recht als die schönsten seiner Laufbahn. Das Hauptoperationsobjekt Wien lag nun in gerader Bahn frei. „Das ist eine verlorene Armee, in 4 Wochen bin ich in Wien", hatte er zu Beginn dieser „fünf Tage von Regensburg" prophezeit: er täuschte sich, er brauchte nur 3 Wochen. Den Erzherzog aus dem Spiele lassend, eilte er selbst mit der soeben angelangten Garde und Lannes, dem Corps Oudinot unterstellt wurde, herbei, um Hiller noch zu fassen. Dieser gab die Inn-Linie auf und ging hinter die Traun. Inzwischen schob der Kriegsmeister seine Corps den Donaustrom entlang, dessen Uebergangspunkte er einen nach dem andern besetzte: Massena, der jetzt am weitesten östlich vor war, von Straubing nach Linz, hinter ihm Davout von Regensburg nach Straubing, endlich das soeben anlangende Corps Bernadotte (Sachsen und Division Dupas), gleichfalls nach Straubing, sobald Davout nach Krems weitermarschirte. Karl versuchte natürlich aus Böhmen in excentrischem Parallelmarsch am Nordufer Wien zu erreichen, brach aber zu spät von Cham nach Budweis auf. Schon schob sich Massena früher zwischen ihn und Hiller. Am 3. Mai erstürmte er unter schwerem Verlust die Traunbrücke bei Ebelsberg mit den Divisionen Claparède und Legrand. Hiller will nur 2300 Tote und Verwundete verloren haben, incl. der Vermißten glich aber selbst nach östreichischen Relationen der beiderseitige Verlust sich aus: über 4000 Mann. Hiller's große Uebermacht sah sich nur deshalb zum Rückzug bewogen, weil Lannes schon bei Lambach-Wels in seiner Flanke stand. Statt seinen Kollegen bei Ebels-

berg zu entlasten, sandte Lannes aber dorthin nur ein Reiterregiment und setzte den Flankenmarsch über Steyer fort. Hiller entkam nur knapp noch über Krems nach Mauthern, wo er sich mit Karl am Bisamberg hinter Wien vereinte, da Massena sich wenigstens, wenn er auch diese Vereinigung nicht mehr hindern konnte, zwischen ihn und Wien einklemmte, wo Lannes schon am 10. eintraf. Vandamme setzte sich nach Linz hinter Massena, Bernadotte nach Passau und ersetzte dann Vandamme, als dieser (nach glücklichem Gefecht gegen Kollowrath, der hierher Ende Mai vorstieß) nach Wien dirigirt wurde. Die Hauptstadt fiel schon am 13. und nun lagen sich beide Gegner dort gegenüber, durch die Donau getrennt. Napoleon besetzte die Lobauinsel und ließ sie durch eine lange Brücke mit Ebersdorf verbinden, von wo Davout und Garde aus Wien debouchirten. Ein Uebergangsversuch St. Hilaires auf die „Schwarze Lake" scheiterte, glücklicher war Massenas Division Molitor, die nach Aspern Brücke schlug. Am 21. standen Massena und Bessières mit 3 Reiterdivisionen drüben. Aber Karl's ganze Armee rückte sofort vom Bisamberg entgegen. Unterm Gesange des „Gott erhalte Franz den Kaiser" gingen fünf große Kolonnen im Marchfeld vor und unverzüglich zum Angriff über. Aeußerste Hingebung vermochte doch nicht Aspern und Eßling den Franzosen zu entreißen, deren eigenthümliche Geschicklichkeit im Dorfgefecht sich wieder bewährte. An Standhaftigkeit des Corps Hohenzollern scheiterte scharfer Angriff Bessières'. Aber weitere Attaken hielten das Gefecht hin und das stolze Fußvolk unter seinen Marschällen Lannes und Massena focht mit dem ganzen Ueberlegenheitsgefühl römischer Legionäre. Die Franzosen behaupten, nur 24 000 Gewehre, 5000 Säbel an diesem Tage drüben gehabt zu haben. In Aspern focht Molitor allein, Legrand und St. Cyr griffen erst am 22. früh ein, wobei auch 2500 Gardetirailleure mitwirkten. Doch waren Kürassiere Espagne, leichte Kavallerie Lasalle-Marulaz vielleicht stärker, 7 Uhr abends noch durch Nansoutys Brigade St. Germain unterstützt. Andrerseits brachten die Oestreicher heut nur 75 000 ins Feuer, da zwei Korps in Reserve blieben, einer Fälschung sieht es aber ähnlich, daß man die nämliche Ziffer überhaupt zur Norm nimmt, denn am folgenden Tage waren sie bedeutend stärker. Es wäre ja auch seltsam, wo ihre Massen seit April sonst geblieben wären, da ihnen nur Corps Kollowrath fehlte, das gegen Linz (Napoleons Rückzugslinie) operirte. Nun, der amtliche „Leitfaden der Kriegsgeschichte" des k. k. Kriegsministeriums 1897 macht ja auch allem Zweifel ein Ende, indem offenherzig 105 000 (Angeli 96 000) zugestanden werden. Am zweiten Tag wollen die Franzosen nur 60 000 Mann mit 144 Geschützen gehabt haben; letztere Geschützziffer sieht etwas gemacht aus, als genaue Hälfte der 288 (379?) österreichischen, zumal ausdrücklich berichtet wird, die Franzosen hätten 120 000 Kanonenschüsse gelöst! Es wird aber keinenfalls mit der österreichischen Angabe „250 Geschütze" seine Richtigkeit haben, noch weniger mit „90 000 Mann". Denn es gingen am 22. Mai über: Corps Lannes, Gardeinfanterie

(8000) nebst einiger Reiterei Doumerc. (Gardekavallerie kam nicht zum Schlagen). Dies könnten aber incl. Massena-Bessières höchstens 70 000 gewesen sein. Ueber nichts scheint mehr gelogen, als über diese Schlacht, in der die Franzosen noch heut sich einen „zweifelhaften Sieg" zuschreiben, während das übrige Europa von „vernichtender Niederlage" fabelt. Wir wollen daher noch gleich die Verlust-Legende streifen. Die Oesterreicher verloren incl. 840 Gefangenen 23 360 Mann, die Franzosen geben wie für Eylau, Friedland und Wagram zu niedrige Ziffern (16 000) für sich, sonstige Militärhistorie hingegen spricht ihnen einen Verlust von — 44 380 Mann incl. 2300 Gefangenen zu, also mindestens 50 %, wonach dies die blutigste aller Schlachten wäre. Dann müßte man Erzherzog Karl doppelt tadeln, daß er eine so zerschmetterte Armee nicht weiter aufzureiben wußte. Divinatorische Prüfung lehrt aber den Ungrund solcher Fabeln. Wenn nämlich Napoleon somit nur rund 30 000 auf die Lobau gerettet hätte, so würde er mit Davout und ganzer Garde nur wiederum 70 000 behalten haben, wozu an frischen Kräften bei Wagram höchstens 70000 stießen, wonach er dort also nur 140000 stark gewesen wäre. Vielmehr zählten dort bloß Corps Davout, Massena, Oudinot (Lannes) zusammen immer noch 85 000 Streiter. Obschon wir also nicht genau wissen, wieviel Ersatzmannschaften und Reconvalescenten bei ihnen nachher einrückten, so könnte dieser doch keinesfalls große Zuwachs nicht solchen Ist-Etat erklären, wenn so kolossaler Verlust voraufging. Zum Ueberfluß haben wir noch einen andern Anhalt. Die Franzosen verloren angeblich 7000 Tote und zwar ausnahmsweise viel, weil die Schwerverwundeten theilweise auf der gräßlichen Walstatt liegen blieben. Denn bei Borodino unter gleichfalls mißlichen Sanitätsverhältnissen büßten die Franzosen nur 6000 Tote auf 22 000 Verwundete ein, ein Procentsatz von 1 : $3^2/_3$, der sich fast durchgängig wiederholt. Wollten die Preußen doch bei Ligny sogar 3500 Tote neben nur 8500 Verwundeten verloren haben! Welchen Grund sollten wir also haben, gerade für Aspern eine umgekehrte Annahme gelten zu lassen, das Fünffache an Verwundeten zu rechnen, also 1 : 6 im Gesammtverlust?! Aus alledem geht hervor, daß die Franzosen höchstens 30 000 (wahrscheinlich 20 000) verloren haben könnten. Dies läßt sich auch noch durch den Vergleich erhärten, daß bei Borodino eins der am meisten leidenden Regimenter, das 33., rund 1000 Mann einbüßte, bei Eßling das 56. der meistexponirten Division Boudet nur 900 (von 2290) Mann und 40 Offiziere (livre d'or du regiment): drum darf man annehmen, daß an beiden Tagen der Gesammtverlust bei Aspern sicher viel kleiner war, als bei Borodino, zumal 65 000 hier meist defensiv — bei Borodino 130 000 meist offensiv fochten.

Die Schlacht am 21. endete unstreitig mit kriegerischem Triumph der Franzosen, die gegen fünffache Uebermacht die Dörfer behaupteten. In Eßling kommandirte Lannes selber Massenas Division Boudet. (Diese, wobei später das 36. Regt. St. Hilaire's,

schlug fünf Angriffe ungarischer Grenadiere ab, am folgenden Tage.) Sein neugebildetes Corps Oudinot, der schon bei Friedland unter ihm focht, nebst den Davout abgenommenen Divisionen Demont und St. Hilaire und Reiterbrigade Colbert, ging erst am 22. über. Im Centrum zwischen den Dörfern suchten zwar um 5 Uhr Abends Corps Hohenzollern und Reiterei Liechtenstein vorzudringen, aber unablässige Reiterattaken Bessières, mit wechselndem Erfolge hielten sie auf nebst höchstgesteigertem Artilleriefeuer. Die sechs Chasseurregimenter Marulaz, das 23. vorauf, vertrieben die östreichische Artillerie, wurden aber von der Infanterie Zach, Coloredo, Zettwitz, Froon abgewiesen. Bessières selbst mußte herausgehauen werden, Espagne und sämmtliche Kürassierobersten fielen. Lasalle opferte sich an der Spitze der 16. Chasseurs, die Kürassiere zu entlasten, doch die östreichische Infanterie, besonders Regiment Mesery, wich nicht. Auch die östreichische Landwehr hat sich hier mit Ruhm bedeckt, indem sie standhaft erst auf 10 Schritt Salven gab. Am 22. ging Massena bei Tagesanbruch sogar zum Angriff über und trieb Bellegarde-Hiller zurück. Bald erneuerte sich aber der Kampf um die Dörfer, wobei Rosenberg gegen Eßling noch vom Grenadiercorps Aspre unterstützt wurde. Napoleon erwartete noch das Ankommen Davouts bei Ebersdorf, gab aber Lannes den Befehl, staffelförmig vom rechten Flügel gegen das feindliche Centrum vorzudringen. Der kühne Lasalle hatte seine Geschwader schon bis Breitenlee vorgetrieben. Die östreichische Schlachtlinie wankte. Erzherzog Karl selbst mußte die Truppen ermuntern. Aber entsetzliches Artilleriefeuer (Smola) lichtete die französischen Sturmsäulen, besonders des am weitesten vorgedrungenen St. Hilaire, der hier selbst den Heldentod fand. Lannes selbst führte diese Division bis links von Eßling zurück und schlug den nachstoßenden Feind durch Nahfeuer auf Kernschußweite ab, worauf er Lasalle und Marulaz nachhauen ließ. Da durchflog plötzlich die Schreckenskunde die Reihen, daß die große Donaubrücke zerstört sei. Und zwar durch persönliches Unternehmen eines östreichischen Jägeroffiziers — o h n e Befehl dazu, wie die Legende es dem Erzherzog zuschreibt. Davout konnte nun nicht mehr kommen und begnügte sich, mit gewohntem Eifer den Schießbedarf der Fechtenden vermittelst beladener Boote zu ergänzen.

Davout, L o u i s N i c o l a s, Herzog von Auerstädt, Fürst von Eggmühl, geb. 10. 5. 1770 in Annoux, trat 1792 als Freiwilliger ein, begleitete 1798 Bonaparte nach Aegypten, 1804 Marschall, siegte 1806 (14. 10.) bei Auerstädt u. 1809 (22. 4.) bei Eggmühl, 1811 Generalgouverneur der Elbmündungen, nahm am 30. 5. 1813 Hamburg wieder ein, das er mit grausamer Härte bedrückte und bis 31. 5. 1814 behauptete, 1815 Kriegsminister, als welcher er sich später brutal gegen den gestürzten Gebieter benahm. Er starb am 1. 6. 1823. B r i e f e: Correspondance 4 Bde. 1885; Correspondance inédite 1887. — L i t e r a t u r: de Chenier, histoire de la vie D. 1886; de Blocqueville, Le maréchal D. 4 Theile 1880; Davout in Hamburg, 1892; Montigut, Le maréchal D. 1895; 1806—1807, Rapport du maréchal D. 1895.

Offensive war aussichtslos geworden und Napoleon befahl allmählichen Rückzug. Erst 11 Uhr war es und das östreichische Feuer schon so wirksam, daß Marulaz hinter den großen Straßengraben zurückging. Um Aspern rang Bianchi. Im engen Raum von 1500 m zwischen den Dörfern suchten Hohenzollern und Grenadiercorps wiederum vorzubrechen, doch litten selbst schrecklich durch Artillerie- und Reitermassen, die Napoleon hier allein verwendete, die Infanterie nur an die Dörfer lehnend. Als es Rosenberg endlich gelang, Eßling größtentheils zu nehmen, warf Junge Garde unter Mouton und Rapp ihn wieder hinaus. (Alte Garde Dorsenne blieb in Reserve.) Gegen 3 Uhr fiel aber Lannes tödtlich verwundet, die Armee wich langsam unter Festhaltung der Flügeldörfer, nur Massena hielt durch sein persönliches Gewicht den Kampf bis zur Dunkelheit aufrecht; Hessen harrten in Aspern aus, indeß die Armee nach der Lobau zurückging. Beide Parteien hatten sich heldenhaft geschlagen, auf französischer Seite auch 4000 hessisch-badische Hülfsvölker.

Den Erfolg zu benutzen vermochte Karl nicht, ein Angriff auf die Lobauinsel wäre mit Schwierigkeiten verknüpft gewesen; selbst wenn Napoleon nicht auf der Stelle die großartigste Thatkraft entwickelt und die Inselstellung uneinnehmbar gemacht hätte. Sein ganzes Sinnen war jetzt darauf gerichtet, während Marschälle schon von Rückzug sprachen, den moralischen Eindruck abzuschwächen, seine drohende Haltung bei Wien zu bewahren und alles Verfügbare auf dem Entscheidungspunkt zusammenzuziehen. Hierbei kam ihm zu statten, daß auch sein Stiefsohn, Vicekönig Eugen, in Italien den Feind abgeschüttelt hatte. Freilich begann dort die Campagne noch günstiger als 1805 für die östreichischen Waffen, denn der hochbegabte Erzherzog Johann brachte dem Vicekönig bei Sacile eine fast entscheidende schwere Niederlage bei und trieb ihn bis Verona. Aber Letzterer zog jetzt das neumobilisirte Corps Macdonald an sich und brach vor, während Johann infolge der Nachrichten von Regensburg und Vorgehen Marmonts aus Dalmatien retiriren mußte. Er bekam nun eine schwere Niederlage an der Piave auf den Weg mit und beim Rückzug durch Kärnthen ward Reservedivision Jellachic von Grenier,

Lannes, Jean Louis, geb. 11. 4. 1769 zu Lectoure als Sohn eines Stallknechts, trat 1792 in die Armee ein, 1795 Oberst und Brigadekommandeur. 1796 ging er als Freiwilliger zur Armee nach Italien, 1797 Brigadegeneral, mit Napoleon nach Aegypten wo Division Lannes bei Aboukir entschied; 1800 führte er die Avant-Garde über den St. Bernhard, lieferte das wichtige Treffen bei Montebello und hielt noch bei Marengo stand, 1801 Gesandter in Lissabon, 1804 zum Marschall und Herzog von Montebello ernannt, nahm an den Feldzügen 1805 gegen Oesterreich, 1806/7 gegen Preußen und Rußland theil, folgte 1808 Napoleon nach Spanien, leitete die Belagerung von Saragossa, focht 1809 gegen Oesterreich, that sich bei Regensburg und bei Aspern hervor, wo er verwundet wurde und starb am 21. 5. 1809 in Wien. Literatur: Perin, vie militaire de Lannes 1810; Thouma le maréchal Lannes 1891.

Division Meerfeld von Macdonald bei Laibach zur Waffenstreckung gezwungen. Nach scharfem Nachtgefecht bei Graz schwenkte Johann nach Ungarn ab, wohin ihm Eugen, der bereits durch Kavallerie Montbrun Fühlung mit dem Kaiserheer gewann, alsbald folgte. Am 14. Juni siegte Eugen bei R a a b über Johann, weil dessen ungarische Reiterei ausriß, obschon das Centrum Kismegyer so tapfer von der Grazer Landwehr unter Major Hummel vertheidigt wurde, daß die „Correspondenz" Eugen dort „les meilleures troupes de l'ennemi" vermuthet. Da er nunmehr über Preßburg Napoleon näher stand, als Johann seinem Bruder Karl im Marchfeld, so zog ihn Napoleon am 4. Juli rasch nach Wien, wohin auch Bernadotte von Linz beordert wurde und von wo nun alle Corps über die große Brücke nach der Lobau und von da über den Donauarm im Marchfeld debouchiren sollten. Ja, er rief sogar 7000 Bayern Wredes aus Tyrol über Linz zu sich, um nur ja alle irgend verfügbaren Kräfte rechtzeitig zu vereinen. Nach Tyrol war nämlich Lefebvre schon Ende April abgezweigt worden, um den anfangs so glücklichen (Sieg am Berge Isel) Aufstand unter Andreas Hofer zu dämpfen. Allmählich wurden dort die Bayern Herr, mit Beihülfe eines Truppentheils Eugens. Letzterer soll ursprünglich 90 000 befehligt haben, was sicher zu hoch ist, denn nach Zurücklassung von 8000 Baraguay bei Preßburg langte Eugen mit den Corps Marmont, Grenier, Macdonald und Reserve nur in Stärke von 40 000 auf der Lobau an. Andrerseits begreift man auch nicht, daß Johann, dessen Verlust bei Raab nur mäßig, jetzt bloß noch 13 000 Mann gehabt haben soll, wobei freilich zwei ungarische Milizdivisionen vergessen werden. Ohnehin müßte er von ursprünglich 60 000, nachher noch durch Steyermärkische und Ungarische Landwehr verstärkt, doch sicher mehr Mannschaft behalten haben. Französische Autoren schätzen ihn auf 40 000, jedenfalls erklärt sich Napoleons Eile zu schlagen, ehe Johann eintreffen könne.

Nach wahrhaft großartigen Vorbereitungen, die sich bis in kleinste Einzelheiten erstreckten und vom Kaiser und Massenas jungem Adjutanten Oberst St. Croix, einem früheren Civilisten, den Napoleon als „Genie" entdeckte, genau überwacht wurden, gelang in der Nacht zum 5. Juli während eines Gewittersturms der Uebergang:

Johann Baptist Joseph Fabian Sebastian, Erzherzog von Oesterreich, geb. 20. 1. 1782, betrieb 1805 und 1809 den Aufstand der Tiroler, siegte am 16. 4. 1809 bei Sacile, wurde am 14. 6. bei Raab geschlagen, kam seinem Bruder Erzherzog Karl bei Wagram nicht rechtzeitig zu Hülfe, erzwang 1815 am 26. 8. die Kapitulation von Hüningen, vom 27. 6. 1848 bis 20. 12. 1849 Reichsverweser, starb am 11. 5. 1859 in Graz. — Literatur: Leitner, J. Erzherzog von Oesterreich 1860; Schimmer, Das Leben Erzherzogs J.'s 1849; Schneidewind, D. Leben Erzherzogs J. 1849; Krones, Tirol 1812—16 u. Erzherzog J. 1890; Krones, A. d. Tagebuch Erzherzog J.s 1810—15, 1891; Krones, Aus Oesterreichs stillen u. bewegten Jahren 1810—1815, 1892; Zwiedeneck-Südenhorst, Erzherzog J. im Feldzug 1809, 1892.

über ein solches Flußdefilee angesichts eines starken Gegners eine phänomenale Leistung. Massena täuschte das Avantgardencorps Klenau bis zuletzt über den Uebergangspunkt durch Demonstrationen gegen das Asparner Fährhaus, während diesmal nicht nach Nordwesten, sondern direkt nach Norden die erstaunliche Transport-Operation vollzogen wurde. Massenas Divisionen Molitor und Marulaz nahmen, kaum gelandet, Enzersdorf weg und schnitten die Besatzung ab; Klenau wich unter einzelnen Gefechten nach Breitenlee, auf der Nordostseite das andre Avantgardencorps Nordmann, das plötzlich Oudinot und Davout aus dem Hanselgrund vor sich auftauchen sah, nach Markgrafneusiedl. Das ganze östreichische Heer rückte bald in eine vorher gewählte Höhenstellung am Rußbach ein. Rechter Flügel: Rosenberg und Nordmann bei Neusiedl, Centrum: Hohenzollern bei Parbasdorf, Bellegarde bei Wagram und Aderklaa, dahinter Reservecorps Lichtenstein bei Süßenbrunn. Linker Flügel: Kollowrat und Klenau in der Ebene zwischen Eßling und Breitenlee. Napoleon setzte mittags, nachdem Bernadotte zwischen Massena und Oudinot, später das Italienische Heer links von Oudinot eingeschoben, die ganze Masse vorwärts in Bewegung und gedachte, noch abends einen Schlag zu wagen. Sei es, daß er die feindliche Stellung noch nicht ausreichend besetzt hielt, sei es, daß er immer noch Johanns Ankunft am andern Morgen fürchtete, er befahl Bernadotte, Wagram anzugreifen, und ließ Macdonald gegen die Höhen zwischen Wagram und Parbasdorf vorgehen. Die andern Corps sollten den Vorstoß thunlichst unterstützen, verhielten sich jedoch passiv mit Ausnahme von Oudinot (früher Lannes), der ziemliche Kräfte entfaltete. Auch scheinen die Sachsen keineswegs, wie immer zu lesen stand, sogleich gegen Wagram verwendet worden zu sein, sondern nur Bernadotte's französische Division Dupas. Diese und Division Lamarque seines eigenen Corps führte Macdonald vor, anfangs mit Erfolg. Nachdem die leichte Gardeartillerie aus der Ebene von Raasdorf kräftig eingeleitet, — weiteres Geschütz konnte man wegen des schwierigen Geländes nicht vorschaffen —, erstieg Macdonald die Rußbach-Schlucht, die sein eigener Rapport irrig einen „Kanal von 6 Fuß Tiefe 12 Fuß Breite nennt". Lamarque's sieben vordere Bataillone brachen zwischen Bellegarde und Hohenzollern ein, und als 4 Bataillone Reserve nebst etwas Geschütz und der leichten Reiterei Sahuc (vom Korps Baraguay zum Korps Grenier detachirt) nachfolgte, wankte die feindliche Linie bedenklich, um so mehr als Grenier in Person auch noch Division Serras hinüberbrachte. 2000 Gefangene will Macdonald schon erbeutet haben — östreichische Berichte gestehen eine schwere Krise zu —, als er plötzlich auf beiden Flanken rückwärts umwickelt und in Panik zur Ebene hinabgeworfen wurde. Division Dupas nämlich hatte sich in erbittertem Kampf bisher auf dem Höhenkamm gehalten, als seitwärts die Sachsen in Wagram eindrangen. (Nach neuester östreichischer Darstellung sei dies mit brillantem Elan geschehen; französische Historie thue ihnen Unrecht.) Es war schon sehr dunkel und so geschah

es, daß aus Versehen Sachsen und Franzosen sich gegenseitig beschossen. Das bekannte Verrathgeschrei erhob sich, die Sachsen flohen in Verwirrung, Dupas' Flanke lag bloß und dieser gab weichend nun seinerseits Lamarques Flanke preis. Gleichzeitig war aber auch Oudinots Angriff auf Parbasdorf gescheitert, Graf Ignaz Hardegg trieb ihn aus dem brennenden Ort nach Raasdorf zurück, und nun unternahmen Fürst Hohenzollern und Hardegg eine glänzende Attake mit Vincent-Chevauxlegers (früher Latour-Dragoner) und Hessen-Husaren, die den Ausschlag gab. Die Franzosen wurden gänzlich geschlagen, wobei Serras und Grenier selber verwundet, der Oberst des zuvorderst fechtenden 13. de ligne getötet wurde. Bei Massena hatte sich Kavallerie Lasalle mit zurückgehender Infanterie Klenaus herumgeschlagen, die sächsische Reiterbrigade Feilitsch deckte Bernadotte's Rückzug, bei Davout am äußersten Ostflügel drängten 37 Schwadronen von Montbrun, Grouchy (Dragoner) und Pully (beide letzteren von der Italienischen Armee) 49 östreichische (Reservekavalleriedivision Nostiz und Husarenbrigade Frelich) an den Höhenrand von Neusiedel zurück, wobei der commandirende General Nordmann fiel. Dabei blieb es für heut. Am 6. früh aber holte diese Reiterei, um Davouts Angriff zu fördern und jede Verbindung mit Johann zu durchschneiden, über Ober-Siebenbrunn zur Umgehung aus. Da jedoch der Erzherzog Generalissimus seinerseits für heut Offensive beschlossen hatte, kamen die Corps Rosenberg und Nordmann dem Davout bereits so wuchtig entgegen, daß Napoleon selbst mit den Kürassieren Nansouty und Arrighy (früher Espagne) herbeieilte. Schon half sich aber Davout selber, nöthigte Rosenberg zum Weichen hinter den Rußbach, und Napoleon ließ nur Arrighy und Nansoutys reitende Batterien hier, die sofort sehr wirksam Division Nostiz in der Flanke beschossen. Mit Nansouty und Gardereiterei wandte der Kaiser sich alsdann zum Westen, wo seine Gegenwart dringend erheischt wurde. Bernadotte fand nämlich das Corps Bellegarde isolirt, weil Karl die Korps Kollowrath und Klenau seitwärts zu einer concentrischen Bogenumgehung nach Südwesten herausgezogen hatte, und verabredete daher mit Massena raschen Anlauf gegen Aderklaa-Wagram. Aber Bernadotte wurde diesmal von Bellegarde in völlige Flucht gejagt, Carra St. Cyr bei Aderklaa zugleich vom Grenadiercorps Aspre furchtbar zugerichtet, Legrand und Molitor von Kollowrath, Boudet von Klenau überrannt, wobei auch eine Reiterbrigade Lichtensteins gut attakirte. Letzterer mußte bis in den Brückenkopf der Lobau zurück, nachdem eine Husarenattake ihm 8 Kanonen abnahm, und nur das Brüllen von 100 Haubitzen auf der Lobau-Festung scheuchte noch Klenau von den Brücken im Rücken Napoleons zurück, über welche soeben erst Marmont und Wrede defilirten. Umsonst suchte auch die Reiterei der sächsischen Division Polentz Luft zu machen, vier Attaken zerschellten an Bellegardes Infanteriemassen. Napoleon fand also zwei Marschallcorps völlig hors de combat, doch sein Erscheinen stellte die Lage wieder her.

Massena mußte sein aufgelöstes Corps sammeln und in raschem

Flankenmarsch an Kollowrats Front vorbei nach Enzersdorf zurückleiten, um von dort gegen Klenau einzuschwenken. Gedeckt durch scharfe Attaken von Lasalle und Marulaz links, durch Kürassierdivision St. Sulpice rechts, vollzog Massena diesen Auftrag mit unleugbarer taktischer Geschicklichkeit. Mittlerweile brachte Artilleriegeneral Lauriston gegen Adlerklaa die berühmt gewordene Batterie von 100 Feuerschlünden zusammen, bei welcher zuerst 60 Gardegeschütze, vorauf die Zwölfpfünder als Flügel-Pivot rechts, eine unerhörte (Garde allein 15 000 Schuß) Kanonade eröffnete. Raum zu ihrer Aufstellung um ½11 Uhr gewann sie nur dadurch, daß Bessières, sofort nach Abmarsch Massenas von Napoleon in die Centrumlücke vorgeworfen, mit 40 Schwadronen gen Süßenbrunn attakirte. Es trat auch eine bedeutende Wirkung ein, doch nur vorübergehend. Die Gardekavallerie langte zu spät an, Nansouty allein ritt zwar das Bataillon Georger nieder und riß eine Bresche zwischen Lichtenstein und Kollowrath, die ihre inneren Flügel versagen d. h. weichen mußten. Als er sich aber nach rechts auf drei Batterien Bellegardes stürzte, von denen zwei am Rußbach durch drei Chevauxlegersregimenter gedeckt wurden, die andre 500 Schritt vorwärts Aderklaa feuerte, nahm er zwar letztere, aber vorpreschende Reiterreserven Lichtensteins entrissen sie ihm wieder. Bessières selbst ward verwundet, die 9. und 12. Kürassiere verloren 11 Offiziere, 211 Mann. Noch 64 Schwadronen Lichtensteins (abzüglich Division Nostiz) standen in getrennten Hälften hinter Süßenbrunn und Aderklaa und füllten nachher, als Kollowrath weiter südwestlich ausholte, den Raum bis Breitenlee, das schwache Grenadiercorps rückte in die weite Linie Süßenbrunn-Aderklaa, gegen die sich jetzt der Gewaltstoß Napoleons richtete. Lichtenstein hätte, in Masse formirt, hier viel ausrichten können, begnügte sich aber mit partiellen Theilattaken. Mittlerweile richteten jene 100 Geschütze furchtbare Verheerung an, obschon auch die Gardekanoniere und Pferde in Masse fielen und sogar Gardeinfanterie zur Bedienung herbeigeholt worden sein soll. Aber ohne Bewegungsfreiheit mehr zu besitzen, harrte diese brave Artillerie aus, nicht vom Flecke weichend. Nach solcher Vorarbeit stürzte sich eine große Kolonne, die Napoleon unter Macdonald gesammelt hatte, rücksichtslos in die Sackgasse zwischen Bellegarde und Kollowrath in Richtung auf Süßenbrunn. Divisionen Lamarque und Broussier vorn, dahinter Div. Serras vom Corps Grenier, denen später noch der soeben von den Brücken herkommende Wrede folgte. Nansoutys Carabiniers, leichte Gardereiterei und die bayrische Brigade Preysing hängten sich auf den Flanken an, dahinter Nansoutys Kürassiere. Trotz aller Bravour erreichte Macdonald nicht den Kirchthurm von Süßenbrunn, sein Angriffsziel, und mußte halbvernichtet weichen. „Das Schicksal Europas ist in Händen einer Handvoll Krieger", wie General Pelet phrasenhaft bemerkt. 9 Bataillonsmassen östreich. Grenadiere wurden zurückgedrückt, doch die Reserveartillerie bearbeitete fürchterlich die Flanken, wobei auch die Reiterei

schwer litt, die sich im engen Raum nicht entwickeln konnte. Als Macdonald Nansouty einlud, die feindlichen Batterien zu attakiren, kam man zu spät. Sobald Macdonald ins Stocken gerieth, den jetzt Nansouty deckte, zog Napoleon Divisionen Serras und Wrede rechts und links heraus, warf die Reiterei in den Zwischenraum und führte den Rest Eugens ins Treffen. Während Sahuc gegen Süßenbrunn attakirte, Serras und Wrede mit Macdonald in breiterer Front dorthin vordrangen, ward Durutte (Corps Grenier) auf Breitenlee dirigirt, Pacthod (Eugens Reserve, hierbei eine Brigade Badenser) und die Italienische Reserve-Division auf Wagram. Hier hatte Napoleon selber Corps Bernadotte nochmals vorgeführt mit gleichem Mißerfolg. Aber Kollowrath gab jetzt nach, Breitenlee ward erstürmt, selbst Süßenbrunn erreicht, Klenau wich vor Massenas erneutem Anrücken. Endlich ward auch Wagram erstürmt, wobei Pacthod schwerverwundet sank, unter Leitung Marmonts, dessen Corps jedoch, wie es scheint, ganz intakt blieb, ebenso die Garde, obschon deren Voltigeurbrigade Reille als Reserve hinter Macdonald aufrückte. Gleichzeitig drang auch Oudinot von Osten her in Wagram ein, nachdem er den ganzen Höhenrücken von Parbasdorf erobert. Hiermit war Karls Centrum durchbrochen und er trat den Rückzug an. Um die Ursache des Sieges zu verstehen, muß man jedoch nach Osten blicken, wohin der Meister von Anbeginn das Schwergewicht verlegt hatte. „Dort ist es, wo die Schlacht gewonnen wird.“ Erst nachdem er Davouts Pulverdampf jenseits des hohen Thurmes von Neusiedel erblickte, hatte er mittags Macdonald das Signal zum Stoß gegeben. Denn nun wußte er, daß selbst Ankunft Johanns nichts mehr schaden werde. Davout griff vormittags mit Gudin und Pacthod frontal an, wobei das berühmte 12. Regt. sich hervorthat. Prinz Hessenhomburg vertheidigte den Ort sehr tapfer, auch Friants erster Flankenangriff mit 15. und 33. Regt scheiterte. Gegen Mittag aber setzten Friant und Morand durch volle Umgehung die Erstürmung durch. Nach erbittertstem Kampfe, wobei sechs östreichische Generale und alle Divisionäre Davouts außer Gefecht gesetzt, wich Rosenberg aus dem Rußbachgelände. Hohenzollern sandte ihm zwar eine Brigade zu Hülfe und bildete eine Vertheidigungsflanke, aber nichts fruchtete mehr. Vorn von Oudinot aufs heftigste angegriffen, von Gudin jetzt in der Flanke, mußte auch er Parbasdorf aufgeben. Die ganze Linke Karls wich schon vor 1 Uhr bis Bockfließ, und indem so Hohenzollern von der Seite Bellegardes weggequetscht wurde, drängte auch die französische Rechte sich staffelförmig nach Wagram zusammen, so daß Bellegarde endlich erdrückt wurde. Den Erfolg Davouts hatten wesentlich seine 53 Schwadronen bestimmt, die direkt in Flanke und Rücken Rosenbergs operirten. Nachdem Husarenbrigade Frelich verdrängt, stürzte sich Brigade Wartensleben auf die Lanciers von Jaquinot und zersprengte sie, aber Pajol auf der äußersten Flanke warf die Husaren von Blankenstein und Dragoner Reilly, und die Dragoner von Riesch und Chevauxlegers Hohenzollern wurden von Grouchy, in Staffeln vom rechten

Flügel formirt, mit großem Verluste abgetrieben. Das Dragonerregiment Rothkirch theilte dies Schicksal, und als Nostitz endlich 42 Schwadronen zusammenbrachte, erhielt er von reitenden Batterien mörderisches Kartätschfeuer und wich aufs Plateau zurück. Durchs Kürassierregiment Hohenzollern verstärkt, kehrte er oben noch einmal um, den Abzug Rosenbergs zu decken, „allein er reüssirte auch hier nicht". Massena am andern Flügel verfolgte schon über Stadelau und Leopoldsau, wobei Lasalle schneidig Klenaus Kienmayer-Husaren warf, aber an einer Infanteriebrigade scheiterte und den Tod fand; diese schlug sich zwar durch, wurde dann jedoch von Massénas Infanterie umzingelt. Schwarzenberg-Ulanen und Kürassierreserve geriethen auch mit St. Sulpice aneinander, im Ganzen zogen die Oestreicher in fester mannhafter Haltung ab. Sie hatten über alles Lob erhaben gefochten (die Franzosen theilweise schwächer als bei Aspern), dennoch erlagen sie dem napoleonischen Genie. Und der Trost, den man rasch bei der Hand hatte, es sei durch Uebermacht geschehen, dürfte sich bei näherem Zusehen kaum bewahrheiten. In dieser wahren „Völkerschlacht" — u. A. warf das sächsische Husarenregiment Prinz Albert von Coburg das östreichische Kürassierregiment gleichen Namens, ein trauriges Symbol damaliger Kämpfe Deutscher gegen Deutsche— soll Napoleon angeblich 180 000, sogar genau 181 700 (Berndt) mit 450 (nach andern 600) Geschützen und 29 000 Reitern gehabt haben, Karl nur 128 600 mit 410 Geschützen, 14 600 Reitern. Solch summarische Angabe stimmt von vornherein nicht, denn östreichischerseits sind dabei 10 000 Corps Reuß nicht gerechnet, die man nutzlos am Bisamberg zurückließ, Napoleon aber ließ 7 sächsische Bataillone unter Regnier auf der Lobau zurück. Da ferner Garde, Marmont, St. Sulpice gar nicht zum Schlagen kamen, Karl aber alle Kräfte verbrauchte, so wäre sowieso die Uebermacht im Kampfe selber nur sehr unbedeutend gewesen. Allein nach allen früheren östreichischen Berichten besaß der Erzherzog statt 139 000 vielmehr 153 159 Mann und Romagny giebt hierfür eine plausible Ordre de Bataille, wobei die einzelnen Corpsstärken nur unbeträchtlich erhöht. Außerdem aber soll Napoleons Etat am Schlachttag thatsächlich nur 160 000 betragen haben, wobei wir selbst schon auf einen merkwürdigen Brief Napoleons an den Kriegsminister verwiesen, der doch alle Rapporte in Händen hatte und dem Napoleon deshalb doch nicht so ohne Weiteres vorgeflunkert hätte: er habe nach seiner Gewohnheit seine Stärke absichtlich übertrieben, aber wenig mehr als 100 000 ins Feuer gebracht. Mag das auch Entstellung sein, jedenfalls sehen sich schon deutsche Autoren bemüßigt, ihn nur auf 170 000 anzusetzen. Man wird wohl nicht fehlgehen, daß Karl mindestens 10 000 Mann stärker, Napoleon 20 000 schwächer war, als man bisher angiebt.

Was ferner die Verluste betrifft, so waren sie französischerseits besonders an höheren Offizieren (Generale 21) groß. Wie nach Eylau Korps Augereau vom Oberstlieutenant Massey befehligt wurde, weil

alle Generale und Obersten außer Gefecht gesetzt, so scheint am Abend von Wagram fast kein höherer Führer des Corps Massena verschont geblieben zu sein. (Auch Marulaz war abends nach Lasalles Tod noch Invalide geworden.) Von noch nicht ausdrücklich Genannten seien noch Wrede, Sahuc, Dupas erwähnt, letzterer fiel. Nicht der geringste Grund aber liegt vor, weshalb wir die neueste östreichische Angabe adoptiren sollten, wonach die Sieger fast 4000 Tote und Verwundete mehr verloren hätten als die Besiegten! Die frühere allgemeine Angabe wird wohl stimmen, wonach Napoleon 20 000, Karl 25 000 verlor, denn „25 850“ ist die amtlich zugestandene Ziffer.

Die taktische Entscheidung war keineswegs glänzend, denn von Niederlage konnte keine Rede sein, wie denn die Besiegten 11 eroberte Geschütze mit sich schleppten. Dafür war aber die strategische Folge um so größer, und pflegt man dies bei Beurtheilung dieser Aktion zu wenig zu bedenken. Erstlich kam Johann zu spät, langte über Marchegg erst an, als Alles vorüber war. (Die Legende hat den hochbegabten edlen Mann bis heute mit dem Vorwurf belastet, durch seine Schuld sei die Schlacht verloren gegangen, als ob Anlangen von „12 000“ erschöpften Leuten die Riesenschlacht ändern könnte. Doch steht heut dokumentär fest, daß irgendwelche Verzögerung nur den nachlässigen Ordres seines Bruders Karl zur Last fällt.) Zweitens schob der Sieger jetzt den Feind nach Böhmen hinein d. h. allmählich an die deutsche Grenze und nur in Aussicht solch unausbleiblicher Folge schloß Oesterreich Frieden auf Gnade und Ungnade. Die Verfolgung hatte Napoleon einerseits dem doch so hart mitgenommenen Massena andrerseits Marmont übertragen, dem Wrede und Montbrun (durch Oudinots Reiterbrigade Colbert und die bayrische Preysing verstärkt) beigegeben wurden. Die Nachhut Rosenbergs unter Radetzky lieferte am 9. bei Neudorf mit 20 Schwadronen ein lebhaftes Nachhutgefecht gegen Montbrun, die östreichische Infanterie überschritt unbelästigt die Taya und bei Znaym stellte sich Lichtenstein auf, um die Passage am 10. zu sichern. Hier stritt er bei Kukrowitz wechselnd gegen Montbrun, der auch die Brigade Steyern attakirte, bis sie vor Marmonts eintreffender Infanterie aus Zuckerhandel wich. Die bayrische Reiterbrigade vertrieb Grenadiere aus Teßwitz, das von Division Clausel erstürmt wurde. Inzwischen umging der ankommende Massena die Linke der Oestreicher mit seiner schwachen Chasseurbrigade Bruyère. Die Kürassiere Arrighy, welche — anfangs mit Friant — Rosenberg gleichfalls verfolgt hatten, sahen sich am 11. mittags durch Nansouty und Gardekavallerie verstärkt, bei denen sich der Kaiser in Person befand. Mit diesem Corps von 6000 Pferden, 48 reitenden Geschützen hatte er in 36 Stunden 85 km zurückgelegt. Am rechten Flügel Marmonts begann ein großes Kavalleriegefecht, in welchem Montbruns Geschwader von Lichtenstein geworfen wurden. Das Infanteriegefecht Massena's verlief nicht günstig, Legrand ward aus den Weinbergen auf Carra St. Cyr zurückgedrängt, nachdem Brigade Ledru durch eine Attake in Unordnung gebracht. Als aber nach-

mittags die Oestreicher mit dem Bayonett aus Znaym gegen die Tayabrücke stürmten, durchbrach sie das 10. Kürassierregiment Arrighys in der Flanke und richtete ein großes Blutbad an, fast in Znaym selber einreitend. Auch 1000 Grenadiere, die über die Fasanerie in Massena's Rücken operirten, wurden von Arrighy's Brigade Guiteau in der Mitte gespalten und gänzlich niedergehauen. Gegen das scharfe Artilleriefeuer Bellegardes, das Marmont in Respekt hielt, wollte Napoleon abends gerade mit 42 Schwadronen (18 Garde, 24 Nansouty) eine großartige Umgehung ausführen, als der Friedensparlamentär erschien. — —

Im Spätfrühjahr 1812 bedeckten sich alle Heerstraßen Europas mit den Kriegsmassen, welche der Padischah des Occidents, der König der Könige, wider's Zarthum aller Reußen aufbot. Sogar Preußen und Oestreich gaben Hülfscorps her, um ihre Abhängigkeit recht vor Augen zu stellen. Alle Nationalitäten des Festlandes, sogar Portugiesen und Spanier, waren in dieser „Großen Armee“ vertreten, darunter etwa 200 000 Deutsche. Die Zahlenstärke Napoleons wird auf 446 000 angegeben, wobei aber Reservecorps Augereau in Preußen und Ersatzmannschaften nicht gerechnet; nach Chambrai wären fast 600 000 an Rußlands Grenzen versammelt gewesen, wohl sehr übertrieben. Nach Gourgeaud überschritten nur 155 400 Franzosen, 170 500 Hilfstruppen den Niemen: sicher zu wenig. Aus anderen Zusammenstellungen ergiebt sich folgende Tabelle, die vielleicht das Richtige treffen dürfte: Davout 58 000 Franzosen 9000 Nichtfranzosen, Oudinot 34 000 . . 10 400, Ney 23 000 . . 20 000, Eugen 38 000 . . 20 000, Murat 27 000 . . 17 000. Hierzu kommen noch 20 000 Franzosen der Divisionen Partonaux (Viktor) und Durutte (Regnier), ferner 12 000 Bayern (St. Cyr), 22 000 Sachsen (Regnier), 16 000 Hessen-Westfalen, 22 000 Rheinbündler der Divisionen Daendels (Victor) und Loison (Augereau) 10 000 Bayern Wrede (Ersatznachschub), 10 000 Polen Girard (Victor), 10 000 Polen Bachelu (Macdonald), 30 000 Polen Corps Poniatowski. Endlich im Gardecorps 40 000 Franzosen, 10 000 Darmstädter und Polen. In Summa: 240 000 Franzosen, 230 000 Fremde. Dazu 22 000 Preußen, 34 000 Oestreicher. Hiervon fehlten jedoch anfangs Corps Victor und die Ersatznachschübe. Die russische Streitmacht schätzt man absichtlich zu niedrig mit 187 000; Mithandelnde, die alle Etat-Akten einsehen konnten, schreiben hiegegen 223 000, wozu im Laufe des Feldzugs noch mindestens 160 000 stießen, allerdings Donische Kosaken und Milizen inbegriffen. Daß die an Werth wie Zahl superiore Macht Napoleons Rußland nicht zerschmetterte, konnte nur auf lokalen Schwierigkeiten beruhen, welche früher die Legende in überstrengem Winter suchte. Er trat aber im Gegentheil ungewöhnlich spät ein und erreichte erst Ende December besonders hohe Frostgrade. Der wahre Grund des Mißerfolgs lag vielmehr einzig in der Unmöglichkeit, solche Massen in ohnehin menschenleeren öden Gegenden zu verpflegen, die obendrein, je weiter man ins Innere drang, planmäßig von den Ein-

wohnern verwüstet wurden. So unglaublich es klingt, schmolzen die Frontstärken beim siegreichen Vormarsch viel ärger, als später beim jammervollen Rückzug. Sengende Sommerhitze gesellte dem Hunger quälenden Durst, vermehrte die Pein der Strapazen, erzeugte Dysenterie und Ruhr.

Am 24. Juni überschritt Napoleon in drei großen Gruppen den Niemen. Von diesen zweigten sich östlich die Oestreicher unter Schwarzenberg ab, die auf Brest am Pripet operirten und das dortige Corps Tormassow wiederholt schlugen, sobald auch das Sachsencorps Regnier zu ihnen stieß. Auf der westlichen Flanke löste sich ebenso Corps Macdonald (Preußen unter York und Polen) los, um Riga zu belagern. Auch hier gab es günstige Gefechte gegen das russische Corps Essen. Die Hauptmacht drang indessen central vor, um sich zwischen die beiden Russenheere einzuschieben, von denen das kleinere unter Bagration in Litthauen, das dreimal stärkere unter Barclay an der Düna stand. Ersterem sollte Davout von Wilna aus in den Rücken marschiren, während „König" Jerome, welchem Bruder der Kaiser unverantwortlicherweise den Oberbefehl über 3 Korps verliehen hatte, ihm vorne an der Klinge bleiben sollte. Seiner militärischen Ahnungslosigkeit entrann Bagration und gegenseitige forcirte Märsche setzten Davout nur in die Lage, ihn bei Mohilew abzusperren, so daß er auf Smolensk abbog. Dorthin entkam aber gleichzeitig Barclay der Umklammerung, die ihm Napoleon durch eine große Schwenkung auf Witebsk zugedacht hatte. Am 1. August standen die Russen bei Smolensk vereint, Napoleon aber schob allmählich seine Corps südöstlich zum Dniepr vor. Nur Oudinot verblieb an der Düna, wo ein Corps Barclays, Wittgenstein, noch das Norduser besetzt hielt. Es kam hier zu wechselseitigen Erfolgen, bis am 17. und 18. August Wittgenstein bei Polotzk gründlich geschlagen wurde, jedoch nur mit Hülfe des bayrischen Corps St. Cyr, das Napoleon Oudinot zur Hülfe nachschob. St. Cyr übernahm schon am 17. an Stelle des verwundeten Oudinot den Oberbefehl der Dünaarmee und erhielt den Marschallsstab. Gerade bei ihm waren aber die Frontstärken unglaublich gesunken. Nicht ganz so arg wie die Bayern schmolzen hier die Franzosen zusammen, doch verlor das 56. Rgt. binnen zwei Monat genau die Hälfte (von 2650 Köpfen) und dabei waren nur 94 im Gefecht getötet! Das berühmte 36., das jetzt wieder im 11. Bulletin der Grande Armée belobigt wurde, hatte ein 4tes Bataillon beim Corps Victor, das an der Beresina nur noch mit 200 Köpfen ankam. Verhältnißmäßig gering waren dagegen die Verluste der berühmten drei Regimenter Chasseurs à Cheval Nr. 20, 23, 24, die bei Oudinot wirkten und über die wir merkwürdigerweise die meisten Memoiren besitzen. In Curély, St.

Oudinot, Nicolas Charles, Herzog von Reggio, geb. 25. 4. 1767 zu Bar-le-Duc, 1800 Generalstabschef d. ital. Armee, 1809 Marschall, besetzte 1810 Holland, 1813 am 23. 8. von Bülow bei Großbeeren geschlagen, am 13. 9. 1847 gestorben. Literatur: Stiegler, Le maréchal Oudinot. 1894.

Chamans, Marbot, Parquin kann man nachlesen, in welchen Waffenthaten sie wetteiferten. Die 23. Chasseurs zählten beim Einmarsch 1084 Reiter und haben im Ganzen nur 355 wirklich verloren, so daß sie 1813 wieder auf 933 gebracht werden konnten. Die Divisionäre des Corps Oudinot: Legrand, Verdier, Merle, die Brigadiers Maison und Albert, der Stabschef Lorencez (Oudinots Schwiegersohn) taugten geistig alle mehr als der Marschall. Bei Polotzk ruhten übrigens die Waffen genau einen Monat. Statt durch Beweglichkeit dem Mangel und der gedrückten Stimmung seiner geplagten Truppen aufzuhelfen, verschanzte sich St. Cyr unthätig. Am 18. und 19. October von dem jetzt auf 50 000 verstärkten Wittgenstein wieder bei Polotzk angegriffen, soll St. Cyr nur noch 15 000 Streiter befehligt haben, mit denen er frontal die Russen zurückschlug, seitwärts sogar ein Umgehungscorps Steinheil zersprengte. Die Russen verloren 10 000 Mann, Wittgenstein selber wäre beinahe vom Rittmeister Curély gefangen worden. Die Bayern fochten geradezu hervorragend, das gestehen selbst französische Relationen zu; ward doch das Hauptfort „Bayernschanze" getauft. Auch Schweizer und Italiener hielten sich gut. St. Cyr, verwundet, mußte zuletzt den Rückzug antreten, der unglaublich langsam — in 8 Tagen nur 15 Wegstunden — von Statten ging. Um diese Zeit traf von Smolensk her das Reservecorps Victor ein. Dieser Marschall, von Napoleon dringend beauftragt, unter allen Umständen Wittgenstein über die Düna zurückzutreiben, richtete gar nichts aus und mußte sich Mitte November an die Beresina zurückziehen.

Man hat von vorbestimmtem Plan der Russen gefabelt, den Feind hinter sich her ins Innere zu locken und jede Schlacht zu meiden. Wie wenig Wahres daran, zeigt Barclay's plötzliches Aufbrechen von Smolensk gen Westen, um allen Ernstes Napoleon bei Witebsk anzugreifen. Dieser hatte ihm aber bereits die Flanke abgewonnen, indem er in aller Stille südöstlich den südlichen Dniepr überschritt, der dann nördlich in einem breiten Bogen an Smolensk vorüberfließt, und direkt von Süden her auf Smolensk einschwenkte. Murats Reservereiterei — jetzt in vier Corps à 2—3 Divisionen nebst reitenden Batterien gegliedert, eine Neuerung, die Napoleon bis Waterloo beibehielt — traf am 14. bei Krasnoi die Rekrutendivision Newerofsky auf dem Marsche, die als Ersatzreserve in Bagrations Lager bestimmt war. Sie schlug sich mannhaft nach Smolensk durch unter unablässigen überstürzten Attacken Murats. Man hielt die große Stadt für unbesetzt, derart, daß Ney ruhig allein einreiten wollte und durch Brigade Domanget gerettet werden mußte, weil herausbrechende Kavallerie auf ihn Jagd machte. Bagration war nämlich in fliegender Hast auf die bedrohliche Kunde umgekehrt und warf noch rechtzeitig Corps Rajewski hinein, bald auch Dochtoruf. Barclay's Hauptheer folgte auf dem Fuße. So hielt man die Stadt am 16. gegen Ney, am 17. auch gegen Poniatowski, der jedoch eine Division in Minsk, Mohilew, Borissow a. d. Beresina als Garnisonen zurückgelassen hatte, und

Davout, der nur zwei Divisionen verwendete. Der bedeutende Pioniergeneral Eblé rieth, Smolensk zwei Stunden aufwärts zu umgehen. Die Maßregel unterblieb, weil Napoleon fürchtete, die Russen würden dann abziehen, und hoffte, sie würden jedenfalls zur Rettung der „heiligen Stadt" eine Feldschlacht wagen. Barclay setzte jedoch unentwegt am 17. und 18. den Rückzug auf der Moskauer Straße fort, indem er am Norduser hinter Bagration vorbeimarschirte, der die brennende und theilweise erstürmte Stadt bis 18. vormittags hielt. Am 19. drängte Ney nach, was zum blutigen Treffen von Valutina Gora führte, weil Barclay seine verspätete Nachhut aufnehmen mußte. Junot, der mit den Westfalen — König Jerome hatte die Armee von seiner dilettantischen Gegenwart befreit — jetzt endlich stromaufwärts umgehen sollte, verhielt sich thatlos und der Kampf endete erst zu Gunsten Ney's, als Davout's Division Gudin eintraf. Gudin selbst fiel an Spitze des 7. Leichten und ernannte noch sterbend seinen jüngsten Brigadier Gérard zum Nachfolger. Diese Division verlor allein 1800 Mann, wovon angeblich 1500 bloß aufs altberühmte 12. Rgt. kamen. Jedenfalls scheint Napoleons Verlust auch von nichtfranzösischen Schriftstellern in den drei Tagen mit 8000 zu niedrig bemessen. Die Russen sollen 12 000 verloren haben. Ueberhaupt hatten auch sie, obschon im eigenen Lande verpflegt, seit Beginn der Feindseligkeiten reichlich ein Drittel ihrer Stärke eingebüßt. Unterwegs erhielten sie 20 000 Verstärkung und der neuernannte Oberbefehlshaber Kutusow versammelte im Ganzen fast 120 000 Mann, wozu noch 15 000 Milizen am 6. September stießen. (Nach Anderen hätte er nur 121 000, ja 104 000 gehabt; offenbar absichtliche Fabel, die nur vergißt, daß ein solches Einschrumpfen der ursprünglich verfügbaren Kräfte erst recht bedenklich für die russische Tüchtigkeit wäre. Danilewski rechnet 113 000 Linientruppen, wobei aber wohl 5000 Kosaken ungerechnet.) In der Entscheidungsschlacht dürfte er 130 000 mit 640 Geschützen gemustert haben. Napoleon (gleichfalls meist zu niedrig auf 123 000 geschätzt) langte am 5. September vor Borodino mit 130 000 Mann 587 Geschützen an. (Nur eine italienische Division fehlte. Zahllose Marode bedeckten die Moskauer Heerstraße bis Smolensk.) In der That war ihm nichts andres übrig geblieben, als blindlings den Russen auf Moskau nachzurennen; ein Stehenbleiben bei Smolensk, daß die Kritik ihm anrieth, hätte einige passive Vortheile, aber bedeutende active Nachtheile gehabt, das grause Elend der Etappenlinie in Lithauen hinter sich, den täglich an Kräften wachsenden Gegner vor sich. In Moskau hoffte er endlich gute Quartiere zu bekommen.

Man kann daher die Borodinoschlacht recht eigentlich einen Kampf ums Dasein, eine Magenfrage nennen. Kutusow, der pfiffige Stockrusse, obschon selber wie Barclay für Rückzugssysteme eingenommen, wagte sich dem Begehren des russischen Chauvinismus nicht zu entziehen und erwartete daher den Eroberer gefaßt und vorbereitet zur Deckung Moskaus. Nördlich seiner Stellung lief der Kolotscha-Bach,

an dessen Nordufer Borodino liegt, am Südufer Schevardino, wo eine Schanze aufgeworfen war. Dahinter, Front direkt nach Westen, eine Reihe Redouten vor Semenofskaja; näher der Kolotscha die größte davon, die Kurgan-Schanze. Seine Rechte aber hatte Kutusow längs der Kolotscha Front nach Norden zurückgebogen, weil er meinte, Napoleon werde, weil er ursprünglich in dieser Richtung nördlich des Baches vorrückte, von Nordwesten nach Südosten stoßen. Dieser ließ jedoch nur den Vicekönig nördlich von Borodino, ging mit der Armee über den Bach und entwickelte sich Front nach Osten. Die Schewardinoschanze mit 5 Kanonen ward vom 27. Rgt. — „das schreckliche" 1796 von Bonaparte getauft — genommen und Bagration zog sich in seine Hauptstellung, linker Flügel, zurück. Der 6. September verstrich mit gegenseitigen Vorbereitungen, erst am 7. entbrannte das grimme Morden der *blutigsten Schlacht des Jahrhunderts*. Der wahre Sinn dieser — von der Militärhistorie fast durchweg unklar aufgefaßten — taktischen Handlung bestand darin, daß Napoleon seine Hauptmasse gegen die feindliche Centrumsfront zusammenschob, während der getäuschte Gegner Flügelangriffe erwartete und daher zu spät die Armeecorps seiner nie angegriffenen Rechten bei Gorki auflöste, um sie auf bedrohte Punkte zu vertheilen. Sie kamen hier meist erst an, als die Vorderlinien schon gebrochen, und diese Kreuzungsmanöver mußte man obendrein unter wirksamstem Kreuzfeuer der heute glänzend geleiteten napoleonischen Artillerie vollziehen. So kam es, wie es nicht anders kommen konnte. Die Bagrationsschanzen wurden anfangs von Davout, dann entscheidend von Ney erstiegen, Bagration selber getötet, auch die russischen Kürassiere nach großartigen Reiterkämpfen von Murat verjagt. Zwar machte die russische Garde von Semenofskaja her wüthende Gegenstöße; als aber die bisher in Reserve verbliebene Division Friant erschien, ward der Sturm erneuert, der Ort und die Schanzen genommen, vom 15. und 33. Rgt. besetzt und behauptet. Gleichzeitig fiel auch die Kurganschanze, die bisher mehrmals den Besitzer wechselte, in Eugens Hände, der nach Erstürmung von Borodino schon morgens über die Kolotscha ging und sich auch durch heftige Reiterangriffe am Nordufer, wo nur Division Delzons verblieb, nicht beirren ließ. Die Reitercorps Grouchy und Montbrun tummelten sich hier in vielen Attaken, die zum Gewinn der großen Redoute beitrugen. Montbrun selbst fiel, doch die sächsische Kürassierbrigade Thielmann, welche schon bei Friedland Ansehnliches geleistet hatte, drang vom Rücken her in die Kehle der Schanze ein. Ney und Murat baten dringend um Sendung der Garde, damit den Russen der Rest gegeben werden könne, Napoleon verweigerte dies jedoch, weil er diesen festen Kern nicht antasten wollte, und so verblieb es bei entsetzlicher Kanonade. Der oberste Artilleriechef (schon 1809) Lariboissière ward verwundet. Man löste 45 000 Kanonenschüsse (das officielle Bulletin sagt 60 000), davon die Garde 7500. Die Russen verloren nur etwa 1800 Schritt Terrain, doch ihr Verlust ergab sich

bald als so ungeheuer, daß sie in dumpfer Betäubung abzogen und auch Moskau preisgaben. Sie wollen 42 000 verloren haben (30 Geschütze), es sind jedoch Gründe vorhanden, um anderweitige Angaben „52 000“ wahrscheinlicher zu halten. Napoleon verlor 28 000, nach Anderen 32 000 Mann. Moskau gewann er so, doch die Freude ward bald vergällt, denn die aus Holz gebaute Stadt brannte nieder — aus Unvorsichtigkeit, schwerlich aus überlegter Absicht des Gouverneurs Rostopschin, wie die Legende will. Umsonst wartete der Eroberer dort nutzlos auf Friedensvorschläge des Zaren. Kutusow war nicht in gerader Richtung zurückgegangen, sondern seitwärts auf Kaluga abgebogen, von welcher Flankenstellung aus er sich bald unangenehm bemerkbar machte. Der Kaiser entschloß sich daher widerwillig, gegen ihn aufzubrechen, und zog mit 100 000 Streitbaren von Moskau ab. Am 24. October warf zwar der Vicekönig bei Malojaroslawetz Kutusow zurück und die Straße über Medin, im Bogen-Umweg nach Smolensk, lag frei. Dennoch wich Napoleon auf die alte verwüstete Reichsstraße zurück, auf der er gekommen war, und da nun bereits empfindlicher Frost eintrat, so zerrüttete dieser trostlose Rückweg das Heer vollends. Nichtsdestoweniger behaupteten die Verfolgten ein moralisches Uebergewicht über die Verfolger und bei Wiasma, am Wop, an der Losmina und bei Krasnoi vom 4. bis 18. November feierte ihr ungebrochener Muth in gewissem Sinne Triumphe. Insbesondere Ney's Durchbruchversuch, allen voran das 48. Rgt. unter Oberst Pelet, wird mit Recht „die Schlacht der Helden“ betitelt und den Ney selber, der über den gefrorenen Dniepr sich nach Orscha südwestlich Smolensk durchschlug, wo alle Trümmer der Großen Armee sich zusammenfanden, begrüßte sein Meister mit dem Beinamen: „Der Tapferste der Tapfern“. Aber das Unheil nahte bereits mit Riesenschritten und zwar von einer Richtung, von der man es am wenigsten erwartete. Im Südosten nämlich hatte sich die Moldauarmee Tschitschagof's mit Tormassow vereint und benutzte dies große numerische Uebergewicht gegen Schwarzenberg dazu, einen Theil unter Sacken gegen ihn zu belassen, mit der Hauptmacht aber auf Napoleons Rückzugslinie zur Beresina zu marschiren. Was halfs, daß Sacken vom 14. bis 25. November gründliche Schlappen erhielt, mittlerweile überrumpelte Tschitschagaof's Vorhut Borissow, das der Pole Bronikowski vorschnell räumte, und brach schon ans Ostufer gen Orscha vor. Dennoch gelang es, sie mit Beihülfe des von Wunden genesenen Oudinot übern Fluß zurückzuwerfen, wobei die leichte Reiterbrigade Caster die Brücke zu Fuß angriff, dann den Gegner zu täuschen und bei Studianka am 26.—28. zwei Nothbrücken zu bauen. Die 300 Sappeurs, die im eisstarrenden Fluß dies Meisterstück vollbrachten, kamen sämmtlich an Erschöpfung um, ebenso ihr Leiter, der edle Eblé, der später als Letzter die Brücke den Flammen übergab und dann in Königsberg starb, wie wenige Tage früher der oberste Artilleriechef Lariboissière. Jenseits ward Tschitschagof eine völlige Niederlage bereitet, ihm 3000 Gefangene abgenommen, obschon Oudinot und die

Divisionäre Legrand, Verdier, Claparède verwundet sanken. (Brigadier Maison führte den Rest der Dünaarmee nach Deutschland.) Hierbei zeichneten sich neben den 23. Chasseurs, deren Vollzähligkeit mit 500 Säbeln vor allen andern Reiterregimentern auffiel, die 5. Kürassiere, die unter Oberst Cristophe die Kurganschanze erritten hatten, und die 4. aus, die mitten durch ein Birkenwäldchen einen unwiderstehlichen Sturmritt ausführten. Während das Hauptheer unter Ney abzog, klopfte auch Victor — nur Deutsche und Polen — noch am Ostufer den viermal stärkeren Wittgenstein, der gleichfalls hergeeilt und schon der kapitulirenden französischen Division Partonnaux Meister war, tüchtig auf die Finger und hielt stand, bis der ungeheure Troß der Waffenlosen unter greuelvollen Scenen sich über den Fluß gerettet hatte. Die hessisch-badische Reiterbrigade Fournier opferte sich in rastlosen Sturmritten, der tapfere Divisionär Girard ward schwer verwundet. Die Große Armee aber verschwand hierauf aus der Reihe der Dinge, so ruhmvoll für Napoleons Strategie und seine heldenhaften Scharen noch dieser letzte Rettungstriumph gewesen war. Auch die Ersatzdivisionen Wrede (Bayern) und Loison (Thüringer), die über Wilna entgegenrückten und die Nachhut übernahmen, erlagen den Nachtbiwaks bei 30° Kälte. Daß 12 000 Nachschub Gratien (Loison?) beim e r s t e n Biwak zu Grunde gingen, wie Marbot behauptet, ist wohl Fabel. Sicher ist nur, daß selbst die geschonte Alte Garde an der Beresina nur mit 3000 Inf. 1000 Kav. ankam. Ney feuerte am Niemen selbst den letzten Schuß ab. Von den Franzosen sollen 60 000 zurückgekehrt, 30 000 später aus der Gefangenschaft heimgekehrt sein. Von den Rheinbündlern desertirten wohl viele, doch gingen Bayern und Westfalen notorisch fast ganz unter. Schwarzenberg retirirte jetzt nach Oestreich, York schloß mit den Russen die Convention von Tauroggen und Preußen gesellte sich bald zu Rußland als Bundesgenosse. Viele Trümmer der Grande Armée warfen sich nach Danzig, wo der bei Borodino schwer verwundete Generaladjutant Rapp, der heldenkühne Straßburger, energisch kommandirte. Napoleons Macht aber stand im Fundament noch unerschüttert, die Nation gewährte ihm immer noch alle erforderlichen Mittel, wie denn 108 Kompagnien der Departements, Nationalgarde der Präfekten à 150—250 Mann, sämmtlich eingereiht wurden, ebenso 30 000 Mariniers.

Die großartige Volkserhebung Preußens machte 1813 ungeahnte Kampfmittel flüssig, die jedoch erst im Sommer zu voller Entfaltung kommen konnten. So bestand das russisch-preußische Hauptheer unter Wittgenstein, das in Sachsen den mit Macht herannahenden Empereur erwartete, nur aus 90 000 Mann allerdings vorzüglicher Truppen. An Artillerie und Kavallerie, welche Waffengattungen der Grande Armée in Rußland ganz zu Grunde gingen, war man natürlich — doppelt und fünffach — überlegen. Dagegen stellte Napoleons Organisationstalent alsbald wieder große Massen von Rekruten-Fußvolk auf die Beine, das jedoch nicht nur völlig ungeübt,

sondern auch der Altersklasse nach anscheinend untauglich war: Knaben von 15 Jahren darunter! Man darf daher Napoleons Heere von 1813 und 1814 füglich ein improvisirtes Volksaufgebot nennen, dem nur wenige alte Cadres Festigkeit verliehen. Um so wunderbarer, daß diese widerwillig und murrend dem Kriegsruf folgenden Scharen sich fast ebenso brav schlugen wie die einstigen Veteranen. Mit 120 000 Mann, wobei aber nur 5000 (25 000 verbündete) Reiter, 250 (524 verbündete) Kanonen, rückte Napoleon Ende April in Sachsen ein, nachdem zu Anfang des Jahres sein Stellvertreter, Vicekönig Eugen, mit nur 40 000 Mann die Oder- und Elblinie hatte räumen müssen. Indem er gegen Leipzig vordrang, sah sich der Schlachtenmeister am 2. Mai plötzlich im Rücken angegriffen, wo Corps Ney bei Lützen (Großgörschen) vier Dörfer besetzt hielt. (Kurz zuvor fiel in dieser Gegend bei einer Recognoscirung Marschall Bessières, ein übles Omen, das aber Ney kaltblütig begrüßte: „Ein schöner Tod, wie er uns alle erwartet.") Die grenzenlose Begeisterung der Preußen warf anfangs alles vor sich nieder, obschon die Rekrutenjüngelchen Neys ihr entschlossener Nationalstolz aufrechthielt. Wittgenstein hatte jedoch seine Truppen so verzettelt, daß er nur 69 000 (nach Andern 74 000) mit 400 Geschützen zur Stelle hatte, wovon er obendrein die Garden und die 17 000 Reiter nicht mal benutzte. So gelang es Napoleon, seine Corps-Marschsäulen genial wie aus dem Handgelenk herumwerfend, seinerseits die verbündeten Flanken umklammernd zu überflügeln. Die numerische Ueberzahl der verbündeten Artillerie kam gar nicht zur Geltung, durch meisterliche Handhabung der napoleonischen ausgeglichen. Nach furchtbarem Gemetzel mußte man den Rückzug antreten. Scharnhorst, der seinen Schlachtplan zerstört sah, ward tötlich verwundet: ein unersetzlicher Verlust, mit ihm 8000 Preußen 2000 Russen. Etwa 60 000 Franzosen waren zum Schlagen gekommen und verloren 15 000. (Rousset 12 000, ein Drittel.) Napoleon trieb jetzt die Verbündeten vor sich her über Dresden bis Bautzen, wo sie ihn nochmals in sehr fester Stellung erwarteten. Sie hatten auf dem Rückzug noch viel verloren, jedoch erhebliche Verstärkungen an sich gezogen und blieben noch fast 100 000 stark. Auch Napoleon hatte sich durch neuen Beitritt der Sachsen vermehrt und mochte etwa 130 000 stark sein, wobei jetzt schon 15 000 Reiter 450 Geschütze. Die kleinere Hälfte, 60 000, befand sich unter Ney im Marsch auf Berlin, ward aber jetzt südöstlich gegen den Rücken der Bautzener Stellung herangelotst, während der Kaiser die Front fesselte. Zugleich lenkte er durch Scheinangriffe westlich ab, so daß der Zar alle Reserven dorthin schob. Ney langte mittags pünktlich an, verirrte sich aber in der Angriffsrichtung und ward rechtzeitig von Blücher zurückgeschlagen. Doch erstürmten zwei Corps unter Soults Leitung die Kreckwitzer Höhen im Centrum, so daß die Verbündeten in übrigens ungebrochener Haltung abzogen. Sie verloren angeblich keine Gefangenen, so heftig Napoleon drängte, nur 5 Geschütze, aber fast 14 000 Tote und Ver-

wundete. Napoleon soll 18—20 000 verloren haben, es muß aber gesagt werden, daß unsre Forschung keinen Anhalt dafür in den Einzel-Listen fand: Denn das 13. Rgt. der Division Morand Bertrands büßte nur 4 Off. 253 Mann ein, die Regimentsgeschichten der Württemberger verzeichnen nicht viel höhere Ziffern, Corps Oudinot allein 12 000, die Hälfte?

Napoleon zeigte jetzt der erstaunten Welt, wie man bei schwacher Reiterei mit Fußvolk — und zwar solchem Rekrutenmaterial! — einen starken Gegner hitzig verfolgen kann: er drückte die Verbündeten durch Schlesien an die östreichische Grenze, gewährte aber hier Waffenstillstand, um seine eigenen Rüstungen zu vollenden, weil er an Oestreichs drohenden Beitritt zur Coalition nicht glaubte. Er täuschte sich, im August standen 500 000 Oestreicher, Russen und Preußen gegen ihn vereint, während er selbst trotz äußerster Heranziehung der Rheinbundskräfte nur 310 000 besaß. (Einige Historiker haben ohne Erfolg Napoleons Stärke auf 400 000 hinaufschrauben wollen, man nimmt jedoch heut wieder die älteren Ziffern an.) Hierbei sind die gegenseitigen Streitkräfte in Italien nicht gerechnet, wo der Vicekönig sich energisch wehrte und erst nach Napoleons Sturz unbesiegt die Waffen niederlegte; gleichfalls nicht die starken Festungsbesatzungen, wobei Corps Rapp in Danzig und Corps Davout im strategisch wichtigen Hamburg. Ebenso deckte das bayrische Corps Wrede im Rücken die Donau gegen ein östreichisches Heer. Nach dieser Berechnung im Ganzen hatte Napoleon noch 500 000 mit 1300 Geschützen, die Verbündeten 711 000 mit 1800 Geschützen unter Waffen. Für die Feldoperationen in Norddeutschland blieb aber die Uebermacht von 5 : 3 und Napoleon konnte nur hoffen, sie durch Ausnutzung der Inneren Linie auszugleichen. Zu diesem Behuf betrachtete er Dresden sozusagen als strategische Drehscheibe, von der aus er ununterbrochen an der Mittel-Elbe nach allen Seiten sich bewegte. Gegen Dresden fiel denn auch der erste Schlag des verbündeten Hauptheers unter Schwarzenberg, weil man den Imperator fern in Schlesien gegen Blücher beschäftigt wähnte. Marschall St. Cyr mit angeblich nur 19 000 Streitern vertheidigte aber die verschanzte Stadt so lange gegen den wie gewöhnlich nur einen Theil seiner Kräfte brauchenden Schwarzenberg, bis Napoleon blitzschnell in Gewaltmärschen heranflog und noch am 26. August nachmittags den Angriff auf allen Punkten abschlug. Am 27. folgte dann regelrechte Feldschlacht von 96 000 Franzosen gegen 200 000 Verbündete, die mit heilloser Niederlage, besonders durch große Reiterumgehung Murats, endete. Die Oestreicher allein, von denen zwei Divisionen sich ergeben mußten,

Schwarzenberg, Karl Philipp, Fürst v., geb. 15. 4. 1771 zu Wien, schlug sich 1805 bei Ulm durch, 1809 Botschafter in Paris, 1812 Befehlshaber der öster. Hülfstruppen in Rußland, 1813 oberster Befehlshaber der Gesammtarmee der Verbündeten, 1815 Präsident des Hofkriegsraths, starb am 15. 10. 1820 in Leipzig. — Literatur: Prokesch-Osten, Denkw. a. d. Leben d. Fürst. Schwarzenberg 1822.

verloren 16 300 Mann und infolge des beschwerlichen Rückzugs der folgenden Tage, da man ins Erz- und Böhmergebirge hineingequetscht, stieg der Gesammtverlust auf mindestens 45 000 (in der Schlacht 38 000) Mann. Corps Vandamme jedoch, das schon am 25. über Pirna vorgeschoben war, die Rückzugslinie Schwarzenbergs zu bedrohen, drängte zwar das Corps des Prinzen Eugen Württemberg, der sich förmlich aufopferte, und dann auch die russische Gardedivision Yermolow zurück. Allein, auf Rath des Königs von Preußen, der hier viel militärischen Ueberblick bewies, strömten so viele Massen aus den Bergpässen herbei, daß zuletzt 103 000 Verbündete 36 000 (nach Romagny nur 27 000) Vandamme bei Kulm am 30. erdrückten. Die mißgünstigen Collegen St. Cyr und Mortier, die über Pirna am 29. folgen sollten, mißachteten den Befehl, ja ließen sogar den Rücken Vandammes frei, so daß auf Befehl des Königs das preußische Corps Kleist sich dort zwischen Vandamme und Peterswalde einklemmte. Mit rühmlicher Geistesgegenwart brach der größte Theil Vandammes, er selbst wurde gefangen, hier mitten durch die Preußen, der Rest jedoch (13 000) ging unter. (Das berühmte 36. de ligne allein, das noch zuletzt unter General Fesensac den Feind aufhielt, verlor 750 von 1000.) Doch kosteten den Verbündeten selber diese Kämpfe seit dem 26. etwa 11 000 Mann. Billiger kam man bei drei andern Siegen weg, die fast gleichzeitig von den Preußen erfochten wurden. Denn ein Unglück kommt nie allein, das sollte Napoleon, bisher Fortunas Liebling, erproben. Seine linke Flügelarmee unter Oudinot sollte gegen Bernadottes Nordarmee (Preußen, Russen, Schweden) auf Berlin dringen, Davout aus Hamburg und Division Girard aus Magdeburg diese Bewegung unterstützen. Aber derlei künstliche Combinationen glücken nur bei eigenem Talent und voller Unfähigkeit des Gegners, wie 1866 und 1870. Hier aber erhaschte der geniale Bülow sofort den Moment, das sächsische Corps Regnier am 23. bei Großbeeren isolirt zu packen und ihm eine empfindliche Schlappe zu verabreichen. Girard vollends, ein noch junger und besonders glänzender General, dem wir in Spanien ja schon begegneten, rettete nur schwache Trümmer und wurde bei Hagelsberg von der furia tedesca der märkischen Landwehr buchstäblich todtgeschlagen und vernichtet. Davout leistete in diesem Feldzug überhaupt nichts im freien Felde und ließ später nach endlosem Hintrödeln sogar seine Division Pecheux an der Göhrde vom Corps Wallmoden aufreiben, wobei die Lützower Freischar sich hervorragend bethätigte. Dagegen hielt Davout, wie gleich vorweggenommen sei, das belagerte Hamburg musterhaft, wie überhaupt die französischen Festungsbesatzungen, allen voraus Rapp in Danzig, sich mannhaft wehrten, auch wenn schon jede Aussicht auf Entsatz geschwunden war. (In Danzig, das erst spät mit 16 000 kapitulirte, hat die französische Kriegsmalerei Vernets in Hauptmann Chambrune, der Belagerungskanonen vernagelte, ein Motiv gefunden.) Die böseste Hiobspost erhielt Napoleon aber aus Schlesien. Dort hatte Macdonald die geschwollene

Katzbach überschritten, ohne Blüchers Nähe zu ahnen, der am 26. mit Uebermacht auf dem Fluß-Plateau über die übergegangene Hälfte Macdonalds herfiel. Sebastianis 7000 Chasseurs und Husaren 2800 Kürassiere („sieben" Dragonerregimenter Roussels nennt Marbot mit gewohnter Unzuverlässigkeit) thaten das Mögliche, den Ueberfall hinzuhalten, der greise Marschall Vorwärts drang aber mit schneidiger Massenattake seiner übermächtigen Geschwader durch, die französische Reiterei ward auf ihr Fußvolk geworfen, das sie umritt, und nun ward alles kopfüber in die Katzbach gestürzt. Mit erstaunlicher Rührigkeit setzte Blücher nun noch trotz Unwetter und miserablen Wegen eine wilde Verfolgung durch, bei der u. A. die ganze Division Puthod umzingelt wurde, so daß Macdonalds Gesammtverlust nachher 30 000 betrug. Doch litten auch die Blücherschen Preußen und Russen bedeutend unter solchen Strapazen.

Napoleon blieb jetzt nichts anderes übrig, als sich möglichst schnell zwischen seinen verschiedenen Armeen hin und her zu wenden. Denn wo er selber erschien, wich der Feind stets nach vorgefaßtem Plane seinen Schlägen aus. Bei solchem Herumwandern konnte er nicht überall sein, und wo er nicht selber war, ging alles schief. „Ich allein bin schuldig" bekannte Macdonald ehrlich in seinem Tagesbefehl. Ney, Oudinot im Commando ersetzend, suchte wieder entschlossen gen Berlin vorzustreben, stieß aber bei Dennewitz am 6. September mit 58 000 (früher übertrieb man irrig 65—75 000) auf so starken Widerstand des Landwehrcorps Tauentzien, daß Corps Bülow rechtzeitig das Schlachtfeld betreten konnte, so daß 54 000 Preußen vereint fochten. Ney hingegen hatte sein Corps Oudinot noch nicht heran. Zwar vertheidigten die Sachsen Regniers Gölsdorf mit einer Hingebung, die einer besseren Sache würdig war. Auch ihre französische Schwesterdivision Durutte, 1812 aus Sträflingen und Deserteuren gebildet, die ihre Ehre wieder herstellen wollten, schlug sich mit gewohnter Energie. Endlich aber wurde dies Corps niedergeworfen und nun brach Bülow bei Dennewitz in der Mitte durch. Oudinot kam nur an, um in die Flucht verwickelt zu werden. 5 Würt-

Bülow, Friedrich Wilhelm, Freiherr von, Graf von Dennewitz, geb. am 16. 2. 1755 zu Falkenberg i. d. M., siegte 1813 am 4. 6. bei Luckau und am 23. 8. bei Großbeeren über Oudinot, am 6. 9. bei Dennewitz über Ney, drang am 19. 10. zuerst stürmend in Leipzig ein, befreite Holland und Belgien von den Franzosen, stieß März 1814 zu Blücher, in den Grafenstand erhoben, 1815 Oberbefehlshaber des 4. Armeekorps, half den Sieg von Belle-Alliance am 18. 10. erringen. Er starb 25. 2. 1816 in Königsberg. — Literatur: General Graf B. in den Feldzügen 1813—14, 1863; Varnhagen, Leben des Generals Grafen v. B. 1854.

Tauentzien, Bogislaw Friedrich Emanuel, Graf, geb. 15. 9. 1760 zu Potsdam, leitete 1813 die Belagerung von Stettin, Torgau, Wittenberg und Magdeburg. Er starb als Gouverneur von Berlin 20. 2. 1824. — Literatur: v. Gorszakiowsky, General T. 1832.

tembergische Bataillone gingen hier zu Grunde, auch die bayrische Division Raglovich ward aufgelöst, von Brigade Jarry Durutte's fanden sich nachher nur 200 Mann zusammen, das 13. de ligne von Morand verlor hingegen nur 9 Off. 450 M., so daß die Rheinbündler am meisten geblutet zu haben scheinen. Trotzdem hatte Ney die Frechheit, den Schlachtverlust — der Feigheit der Sachsen zuzuschreiben; eine Rohheit, für welche die Sachsen nachher bei Leipzig quittirten. Jede Partei ließ 10 000 Tote und Verw. auf dem Felde der Ehre, Ney jedoch außerdem 13 000 Gefangene 54 Geschütze, wie denn die Verbündeten in diesen gesammten Siegen über 200 Geschütze erobert hatten. Trotzdem wäre bei dem ewigen Temporisiren Schwarzenbergs und Bernadottes die Partei noch immer nicht für Napoleon verloren gewesen, wenn nicht Blücher-Gneisenau eine vorübergehende Lücke der so vielfach unterhöhlten Centralstellung Napoleons erspäht und im Gewaltmarsch von Bautzen die Elblinie erreicht hätten. Dort erzwangen sie Uebergang im glorreichen Treffen von Wartenburg gegen Bertrand und postirten sich im Mulde- und Saalethal auf Napoleons linker Flanke. Da sie auch hier listig seinem Vorstoß auswichen, eine an sich glückliche Offensive Napoleons über die Elbe gegen Bernadotte aber durch die Kunde von Bayerns Abfall, dessen Wrede sich mit seinem östreichischen Gegenpart vereinte, lahmgelegt wurde, so blieb dem Schlachtenmeister nur noch die Wahl, Alles auf eine Karte zu setzen, d. h. das Waffenglück in großer Entscheidung zu versuchen, ehe die Verbündeten Heere, zu denen jetzt noch 60 000 Russen Bennigsens stoßen sollten, sich alle vereint haben würden. Zu diesem Zweck ließ er Murat vor Schwarzenberg langsam nach L e i p z i g weichen, wohin Er selbst mit allen übrigen Corps abmarschirte. Vernünftigerweise hätte er jetzt auch Dresden räumen sollen, aber sein Hochmuth triumphirte über die Feldherrneinsicht. Er wollte nichts opfern und verlor so Alles. 40 000 Mann unter St. Cyr blieben also dort zurück, wurden bald cernirt und mußten selbstverständlich später kapituliren.

Bei L e i p z i g vereinte Napoleon aber immer noch 157 000, wie die Franzosen, oder 171 000, wie unparteiliche deutsche Historiker, sagen. Davon fehlten am 16. October noch 10 000 Regnier. Eine gleiche Zahl Bertrand wahrte bei Lindenau im Rücken die Elsterbrücken gegen das östreichische Corps Giulay, das dort am 16. aufs nachdrücklichste abgeschlagen wurde. Im Norden stand Marmont mit 18 000 gegen den herannahenden Blücher, dessen ernstes Eingreifen man nicht erwartete. Korps Ney stand dort zur Hülfe bereit. Auf der Wahlstatt im Osten hatte Napoleon etwa 120 000 vereint, so daß er am E n t s c h e i d u n g s punkte gegen Schwarzenberg mit gleichen, ja sogar überlegenen Kräften schlug. Denn 40 000 Oestreicher klemmte man in den Pleißewinkel südöstlich zu völlig aussichtslosem Umgehungsversuch. 5000 Polen Poniatowskis genügten, das Manöver zu vereiteln, wobei sogar der kommandirende General Meerfeld gefangen wurde. Auf dem Hauptschlachtfeld zwischen Markleeberg und Liebertwolkwitz bei W a c h a u ließ Napoleon

die Verbündeten anfangs näher heran, um sie dann aber rücksichtslos zurückzuschmettern. Die Kolonne Prinz Eugen Württemberg verlor allein zwei Drittel. Unter Murat einerseits und Letort (Garde-dragoner) andrerseits brausten jetzt zahlreiche Geschwader in doppelter Richtung vor. Links Kürassiere Bordesoulle, Dragoner Milhaud — Polnisches Lancierkorps unter Kellermann rechts von Wachau durchbrachen auch zuerst die feindliche Schlachtordnung, prallten aber an den Reserven ab und die Schlacht verebbte ergebnißlos. Faßt man sie jedoch als bloße Defensive Napoleons auf, so hätten mit Recht die Siegesglocken in Leipzig geläutet. Gleichzeitig entglitt ihm aber auch dieser halbe Erfolg, durch vollen Mißerfolg Marmonts wettgemacht. Diesen warf York nach wildem hartnäckigem Kampfe aus Möckern nach Leipzig zurück, wobei zuletzt nur eine unvorhergesehene Attake Brandenburgischer Husaren und Lithauischer Dragoner den Ausschlag gab. Marmont verlor 53 Kanonen 2000 Gefangene, York selber fast 6000 Tote und Verwundete. Corps Ney war zwischen Marmont und Wachau hin und her marschirt, ohne irgendwo einzugreifen.

Napoleon blieb am 17. stehen, weil er noch Regnier abwarten mußte, der Bernadotte beobachtend langsam vor ihm wich. Noch immer glaubte Napoleon nicht an Bernadottes Ankunft und sein Abzug hätte ja doch nur bewirkt, was er am meisten hindern mußte: die Vereinigung aller verbündeten Heere. So harrte er denn trotzig aus und ließ am 18. nochmals die eisernen Würfel rollen. Bernadotte kam aber wirklich an, obschon er sein Möglichstes that, seine Armee zu versagen; auch die russische Reservearmee Bennigsen erschien und so umzirkelten jetzt 301 500 Verbündete (56 000 Reiter 1356 Geschütze) kaum noch 150 000 Franzosen, da Bertrand nach Weißenfels vorausgeschickt wurde, um die Saalepässe frei zu halten. (An seine Stelle trat Mortiers Junge Garde, die auch bald abrückte, da Giulay heut kaum noch sich regte.) Trotz solcher erdrückender Uebermacht kann man nicht sagen, daß die Verbündeten in der Völkerschlacht eigentlich gesiegt haben. Denn am Centrum und rechten Flügel Napoleons behauptete man die ganze Linie Dösen-Probstheida-Stötteritz, unter ungeheurem Verlust des Angreifers. (Drouot, dem zwei Pferde unterm Leib getötet, übertraf sich hier selbst. 40 Feuerschlünde sollen von Ueberhitze gesprungen sein. 179 000 Schüsse löste Napoleons Artillerie an beiden Tagen.) Zuckelhausen ward zwar nach brudermörderischem Würgen von Preußen und Hessendarmstädtern gegeneinander erobert, und weiter nordwestlich riß der Abfall von 5000 Sachsen nur vorübergehende Lücke, die unter Beihülfe von Garde zu Pferd und zu Fuß durch Division Durutte mit gewöhnlicher Hingebung gefüllt wurde. In Schönfeld wehrten sich Ney und Marmont wie Rasende, erst spät abends fiel der Ort. Jetzt aber brach Bülow endlich von Bernadotte los, ein letzter verzweifelter Gegenstoß Neys scheiterte, und Bülow eroberte Sellershausen, quetschte in dieser Gegend die Franzosen eng nach Leipzig hinein. Infolgedessen trat Napoleon bei Nacht den Rückzug an, wäh-

rend am 19. eine starke Nachhut noch die Thore vertheidigte. Sie wurden jedoch erstürmt — das Grimmaische durch das Königsberger Landwehrbataillon Friccius — und verfrühtes Auffliegen der Elsterbrücke schnitt die hartnäckig von Haus zu Haus Fortfechtenden ab. Viele fanden beim Durchschwimmen des Flusses den Tod, darunter Poniatowski, und nur 2000 entkamen ans Ufer. Hierdurch stieg Napoleons Gesammtverlust auf 60 000, die Verbündeten bezahlten den Sieg theuer mit 54 000 (früher schätzte man irrig 48 000). Obschon York den Rückzug behelligte, erreichte das verstümmelte Heer sicher den Main, wo Wrede den Fang erwartete, jedoch bei Hanau Napoleons Löwentatze schmeckte. Mit diesem Sieg überschritt zum ersten Male seit 1796 ein geschlagenes französisches Heer rückwärts den Rhein.

Gegen die ungeheure Völkerwanderung, die sich 1814 nach Frankreich hineinwälzte, fruchtete keine Anstrengung Napoleons mit rasch zusammengerafften Rekruten. Um sie zu stärken, vermehrte er zwar die Artillerie dermaßen, daß er 103 000 Artilleurs in Feld und Festung unterhalten haben soll. (5 Geschütze auf 1000 Mann, wie er nach Aspern vorübergehend sogar Bataillonsgeschütze wieder einführte, um den Truppen Muth zu machen.) Auch die Kavallerie, aus Spanien verstärkt, wurde Ende Februar ziemlich zahlreich, obschon nur die meisterhafte Führung sie den zahllosen Geschwadern der Verbündeten, die nirgends genügend verwendet wurden, überlegen machte. Die Infanterie blieb aber stets spärlich und so erlitt er schon am 1. Februar bei La Rothière, wo die Franzosen zum ersten Mal auf dem sol sacré de la patrie kämpften, nach rühmlicher Gegenwehr, wobei sich das neugebildete Landwehrcorps Gérard auszeichnete, eine gründliche Niederlage gegen dreifache Uebermacht. Mit staunenswerther Thatkraft benutzte er jedoch den übermüthig nachlässigen Vormarsch Blüchers auf Paris, warf sich zwischen dessen getrennte Theile, trieb sie auf innerer Linie auseinander. Obschon besonders die Preußen bei Etoges — vor allem Brigade Prinz August, der schon 1806 die Ehre der Fahnen hochhielt — sich aus dem Munde des englischen Kriegskommissars Hudson Lowe (Napoleons Kerkermeister auf St. Helena) das Lob „die beste Infanterie der Welt" erwarben, erwies sich Napoleons Genie unwiderstehlich und Blücher sah sich kampfunfähig nach Verlust von fast 20 000 Mann und 60 Kanonen nach Chalons zurückgeschleudert. Dort erhielt er jedoch bedeutende Verstärkungen und hielt bald wieder das Feld. Napoleon wandte sich jetzt zwar gegen Schwarzenberg, der mittlerweile im Südwesten nahe an Paris vorexercirt war — immer in langsam gemessenem Tempo —, und fügte auch ihm bei Mormant und Montereau bedeutende Verluste zu. Schwarzenberg entzog sich jedoch der angebotenen Schlacht trotz seiner doppelten Uebermacht und Napoleon suchte jetzt wieder Blücher umzurennen, den er nördlich nach dem blutigen Treffen von Craonne bis Laon trieb, jedoch gegen dessen mehr als doppelte Uebermacht und feste Stellung nichts

ausrichten konnte. Er vernichtete noch en passant in Rheims das Landwehrcorps St. Priest und stieß wieder rasch gegen Schwarzenbergs Flanke, der über Troyes vorgedrungen war, nachdem der gegen ihn belassene Oudinot bei Bar eine schlimme Schlappe auf dem Rückzug mitbekam. Bei Arcis fing der Empereur die ungeheure Uebermacht auf, nicht ohne Erfolg, ging aber dann aufs Nordufer der Aube, und marschirte auf Vitry, um sich in den Rücken der Verbündeten zu werfen. Diese aber, nicht faul, ließen sich, auf Blüchers Drängen hin, nicht beirren, sondern richteten ihrerseits ihre Marschsäulen vorwärts gen Paris. Die Marschälle Marmont und Mortier und die Nationalgardendivision Pacthod — letztere nach wahrhaft heroischem Verzweiflungskampf — sahen sich bei Champenoise überwältigt, als sie sich den zusammenklappenden Scheeren der zwei verbündeten Heeresmassen entziehen wollten. Ende März ward Paris erreicht, das Marmont noch tapfer vertheidigte, dann kapitulirte. Zu spät eilte Napoleon von Vitry herbei. Als dann Marmont sein Corps zum Feinde überführte, schien Fortsetzung des Krieges aussichtslos und der Weltgebieter dankte ab. Aber er kam wieder. Das Jahr 1815 sah ihn aufs neue im Kampf wider Europa. Diesmal mußte in Belgien die Entscheidung fallen, wo 230 000 Preußen, Engländer, Hannoveraner, Niederländer sich versammelten, gegen die Napoleon (Soult als Stabschef) nur 125 000 ins Feld führte, allerdings meist Veteranen der Alten Armee, zurückgekehrte Kriegsgefangene. Wiederum schob er sich als Keil auf innerer Linie zwischen Wellington und Blücher, die sich nicht rechtzeitig vereinen, auch nicht unterstützen konnten. Während Ney bei Quatrebas Wellington beschäftigte, wurde am 16. Juni Blücher bei Ligny bitter geschlagen, trotz bedeutender eigener Uebermacht und wilder Tapferkeit, mit Verlust von 18 000 Toten, Verwundeten, Gefangenen (die preußische Angabe 12 000 ist notorisch falsch), 21 Geschützen und zahllosen Versprengten. Auch Napoleon verlor aber 11 500 Mann (Girards Division, der selber fiel, 40 Procent) und ließ nothwendigerweise die müden Truppen bis Mittag des 17. ausruhen, wo höchste Schnelligkeit nöthig gewesen wäre, da man nur so den Vortheil der Inneren Linie ausbeuten konnte. Denn Gneisenau gab schon die Weisung, über Wavre zu Wellington hin zu marschiren, womit man freilich jede Verbindung mit dem Rhein, die natürliche Etappenlinie, preisgab. Ein kühnes Wagniß, wir wissen aber heut, daß Gneisenau glaubte, Napoleon marschire mit der Gesammtmacht auf Brüssel und das den Preußen nachgesandte Verfolgungscorps betrage nur 10 000 Mann. Es waren aber 35 000 unter Grouchy, dem Napoleon befahl, Blücher dicht auf den Fersen zu bleiben. Grouchy handelte jedoch energielos, marschirte langsam, ereilte das Nachhutcorps Thielmann erst am 18. und fügte ihm zwar eine Schlappe zu, schwenkte aber nicht rechtzeitig zum Kanonendonner von Waterloo ab, trotz heftigen Einspruchs von Gérard und Vandamme. Als dann am 19. das Unheil bekannt wurde, entzog er sich geschickt den Preußen, die Vandamme noch bei

Namur übel zurichtete, und vereinte sich vor Paris mit dem geschlagenen Kaiserheer, das Soult in Laon gesammelt hatte. Blücher war stürmisch in einem Zuge von Waterloo nachgerückt, während Wellington bedächtig hinterher spazierte,und hätte vor Paris noch böse heimgeschickt werden können. Doch Napoleon dankte vorzeitig ab, weil er seine Sache für verloren hielt, und endete auf St. Helena sein Uebermenschenthum, das militärisch schon am 18. Juni zur Neige ging. Wellington war am 17. von Quatrebas auf Genappes und nach zweifelhaftem Nachhutgefecht auf Waterloo gewichen. Dort vor Brüssel bezog er eine taktisch leidliche Stellung, jedoch mit dem Wald von Soignes im Rücken, was im Fall ernster Niederlage verhängnißvoll geworden wäre. Seine Siegesdepesche nannte das Tagewerk „eine richtige Drescherarbeit" und wahrlich wie mit Dreschflegeln, mit gröbsten Mitteln, schlug Napoleon drauf. In gleicher Verachtung des Gegners brach er ja schon 1813 bei Hanau frontal aus dem Lambonwalde trotz verheerendstem Feuer vor und setzte nur durch Artilleriekünste Drouots (mit 56 Geschützen, wie bei Craonne und Waterloo mit 72 als eine Batterie), prachtvolle Attaken Nansoutys, Sturmsäulen der Alten Garde Friant, wobei Cambronnes Gardejäger das Beste thaten, seinen Willen durch. (Und zwar mit solchem Gemetzel, daß Wrede schwerverwundet und sein Schwiegersohn Prinz Oettingen getötet wurde, geradeso wie bei Waterloo viele Führer beiderseits tot und verwundet.) So verschmähte er hier jedes Tirailliren und griff nach höchstgesteigerter Beschießung Drouots die Höhenfläche mit dichten Kolonnen an, die staffelförmig von links nach rechts antraten, ganz wie schon in alten Zeiten bei Marengo Division Desaix ihre drei Regimenter in schräger Phalanx entwickelte. Obschon die Franzosen mit wahrer Hingebung fochten, Wellington ein ungleiches Truppenconglomerat führte — er zählte 70 200, nicht wie man landläufig liest, 68 000 oder gar 55 000 Mann! —, hielten Briten und Norddeutsche heroisch stand. Die gradeso klobig in Masse gerittenen Reiterstürme blieben auf die Dauer erfolglos und 5 Bataillone Alter Garde unter Neys persönlichem Befehl führten keinen Umschwung herbei. Aber Wellington selbst hatte schrecklich gelitten — Hochschottendivision Picton soll 90 %, Dragonerbrigade Ponsonby und Somerset 50 % verloren haben — und hielt sich, durch und durch erschüttert, mühsam aufrecht. Es unterliegt daher nicht dem geringsten Zweifel, daß sein Centrum, das schon bedenklich nachgab, durchbrochen worden wäre, hätte Napoleon um 5 Uhr das Corps Lobau, Junge und Hauptttheil Alte Garde verwenden können. Diese Kerntruppen mußten aber schon seit 4 Uhr die rückwärtige Flanke gegen Bülow decken, der nach bewunderungswürdiger Marschanstrengung dort wüthend angriff, später noch durch das halbe Corps Pirch verstärkt. Auf Wellingtons Flanke traf noch Corps Ziethen spät abends ein, wovon jedoch nur Reiterei und Geschütz zur Action kamen, als die Franzosen ins Thal wichen und die ganze Linie Wellingtons nachsetzte, so schwach und matt sie war.

Lobau und die Garde hielten Dorf Plancenoit so lange als menschenmöglich und erlagen erst bei einbrechender Nacht dem Berserkerzorn der schlesisch-pommerschen Landwehr, der nachher die Militärhistorie wie immer das Verdienst schmälern wollte, obschon ihre Verlustziffer — $^{5}/_{6}$ des Gesammtverlusts — eine beredte Sprache führt. Nachdem noch die Vierecke Cambronnes niedergehauen, begab sich das ganze Heer sammt dem Kaiser auf die Flucht. Doch bewahrten das 1. Grenadierregiment und ein Bataillon Gardejäger bis zuletzt feste Haltung. Die Franzosen verloren 7000 Gefangene, 24 000 Tote und Verw., die Preußen 7000, Wellington angeblich über 15 000, nach früheren Nachrichten jedoch 21 000 Mann.

Die schmeichelnde Kriecherei, mit der sich einst Deutschland dem Eroberer zu Füßen warf, ist nicht widerlicher, als die mäkelnd schadenfrohe Splitterrichterei, mit der man seither den Riesen maß. Auch gewisse Militärkritiker bestrebten sich aus chauvinistisch-egoistischen Gründen, seine allüberragende Feldherrngröße bekrittelnd herabzusetzen, um in angeblicher Widerlegung der Napoleonlegende nur einer anderen neueren Vergötzungslegende Raum zu bereiten. Aber hocherhaben über der Menschlein Lob oder Tadel schreitet des Imperators Schicksalsgestalt durch alle Zeiten.

Wie spät echte Forschung die Wahrheit von Legenden-Verdunkelung sondern kann, zeigt gerade dieser letzte kurze Feldzug von Waterloo. Man hat vor allem das Pamphlet des Oberst Charras als Evangelium nachgebetet; erst heut setzte man gewisse Fälschungen dieses „unparteilichen" Verleumders ins rechte Licht. Wir wissen heut, daß Napoleons Anschuldigungen gegen Ney und Grouchy, die man so viel bespöttelte, im Ganzen auf Wahrheit beruhen, obschon officielle Historie aus purer Unwissenheit noch immer nicht von solchen Berichtigungen Notiz nahm. Schon Grouchys Biographen, Pascallet, verdanken wir Auffindung einer von Grouchy verschwiegenen Ordre des Kaisers vom 17. Juni nachmittags 3 Uhr, worin Grouchy ausdrücklich eingeladen wird, sich möglichst eng an Napoleon anzuhängen und auf St. Lambert abschwenkende Kolonnen (Bülow) zu packen. Doch erst unsre jüngste Forschung zog daraus die logischen Folgerungen. Zuvörderst ging das sonst vielleicht entscheidende Ergebniß des 16. dadurch in die Brüche, daß Corps Erlon Neys zwischen den Schlachtfeldern von Ligny und Quatrebas thatlos spazieren ging. Napoleon hatte ihm befohlen, gegen den preußischen Centrumsrücken bei Brye einzuschwenken, Ney berief es jedoch in eigenwilliger Mißachtung zu sich nach Quatrebas, obschon er berechnen konnte, daß Erlon viel zu spät dorthin kommen werde. Drouet d'Erlon, der schon in Spanien König Josefs schlechter Berather und in Soults Pyrenäenkampagne unzuverlässiger Unterführer war, gehorchte dem Marschall, nicht seinem obersten Kriegsherrn! Obschon er bereits in Nähe der preußischen Rechten stand und sein Erscheinen bei den Franzosen Panik erregte, weil man ihn für eine englische Colonne hielt, marschirte er wieder ab, wodurch nicht nur die Chance verloren ging, Blücher vernichtend zu

schlagen, sondern Napoleon selbst noch eine volle kostbare Stunde verlor, um sich über diesen neuen Stand der Dinge aufzuklären. Erlon, der sich ohnehin große Marschfaulheit zu Schulden kommen ließ, ist überhaupt nicht mehr reinzuwaschen, nachdem festgestellt, daß Napoleon ihm sofort bei seinem Erscheinen durch Soult „avec la plus grande énergie“ raschen Angriff befehlen ließ. Was aber Ney betrifft, so wissen wir jetzt, daß Napoleon ihn völlig rechtzeitig „10 000 Mann“ nach Brye senden ließ — also nicht 20 000, wie Erlon, die dort auch nichts mehr leisten konnten, da 10 000 als Rückenstoß genügten und die anderen 10 000 ruhig bei Quatrebas bleiben konnten. Aus einem Brief vom 17. früh an Ney geht hervor, daß eine Ordre historisch unterschlagen ist, die Ney am 16. richtig empfing. Nicht erst auf St. Helena, wie die Antinapoleon-Legende fabelt, sondern sofort après coup empfing Ney den verdienten Rüffel. Das Nämliche gilt für Grouchys Nichtbehelligen der Bülowschen Marschsäulen am 18., deren auch nur einstündige Verzögerung das Schicksal des Tages geändert hätte, so hartnäckig man dies auch bestritten hat. Wäre nämlich Bülow in Folge Grouchys Nachdrängen erst nach 5¾ Uhr vor Plancenoit aufmarschirt, so hätte man bis dahin nicht 8000 Garden verausgaben brauchen, sondern die ganze Garde den großen Reiterstürmen nachschicken können, wodurch Wellington unfehlbar durchbrochen wäre. Im September 1899 hat das Mil. W. Bl. an der Hand einer Belgischen Schrift von Narvet wieder das oberflächlichste prüfungslose Gerede vorgebracht, daß Napoleons Lage am 18. morgens schon unrettbar, überhaupt der ganze Feldzug von vornherein verfahren gewesen sei! In Wahrheit war nicht nur W.'s Entschluß, vor Brüssel Schlacht zu liefern, ein grober Fehler, sondern auch Gneisenaus „genialer“ Marsch weder so klug berechnet, da er dann direkt auf Maransart-St. Lambert hätte abbiegen sollen, noch so kühn, da er Grouchy nur auf 10 000 Mann, das ganze napoleonische Heer vor Mont St. Jean vereint schätzte. Dann wäre W. ja sofort durchbrochen, das preußische Heer unheilbar compromittirt worden.

Henry Houssayes „1815“ hat kürzlich einige neue werthvolle Einzelheiten über den Verlauf der Schlacht von Waterloo gebracht, die man selbst nachlesen möge. Interessant ist zu erfahren, daß Napoleon immer noch die Engländer weit unterschätzte und Soult mit unwirscher Ironie angeschnauzt haben soll: weil er von Wellington geschlagen worden sei, denke Soult zu hoch von ihm! Dies wäre vielleicht die einzige niedrige Ungerechtigkeit, die wir von Napoleon kennen, selbst unter ärgerlicher Aufwallung; unverbürgt, widerspricht sie offenbar allen sonstigen ehrenden Anerkennungen, die Napoleon seinem großen Marschall brieflich gab, der bekanntlich ebensowenig von Wellington wirklich geschlagen worden ist, wie Napoleon bei Waterloo. Soults einstiger Untercorpsführer im Pyrenäenkrieg, Reille, soll dagegen den Kaiser versichert haben, die englischen Truppen seien den französischen sonst gewachsen.

doch von viel schlechterer Manövrirfähigkeit. Dies treffende Urtheil ward auf unerklärte Weise so mißachtet, daß bekanntlich die ungelenken Manövrirungsevolutionen der französischen Armee bei Waterloo die englische Schwerfälligkeit fast noch übertrafen, wie es sonst nie und nirgends geschah. Mit Aufsuchen der Preußen bei Frischermont war das 7. Husarenregiment beauftragt unter Marbot, der wegen des Gefechts von Genappes am 17. Juni zum General ernannt war. (Sollte letzteres nicht beiläufig beweisen, daß dies Gefecht sehr günstig für die französische Reiterei gewesen sein muß, was auch Wellingtons eigene Verlustangabe im Brief an Lord Bathurst beweist?) Marbot sollte zugleich sofort melden, sobald Grouchy sich zeige. Dies bezeugt also unwiderleglich, daß Napoleon auf Grouchys Kommen rechnete, und dies konnte er nur, wenn Grouchy vorher bestimmte Befehle empfing, was dieser leugnete. Es genügt aber, die von ihm verschwiegene Ordre vom 17. Juni 3 Uhr nachmittags zu kennen, um die späteren Ordres, er solle Bülow auf frischer That ertappen, als absolut logisch zu begreifen: Hätte Grouchy diese Ordre befolgt, so mußte er schon so nahe sein, daß sein Eingreifen gegen Bülow als sicher bevorstand. Selbst aber wie die Dinge thatsächlich lagen, hat Gérard Recht gehabt, mit Heftigkeit mittags bei Wavre aufs Abmarschiren au canon zu drängen (vergl. dessen „Dernières Observations“ 1830). Denn eine ausgezeichnete französische Studie — anonym bei Lavauzelle erschienen — „La vérité sur la campagne de 1815“ weist nach, daß alle Gegenberechnungen Charras' irrig und willkürlich sind, daß Grouchy thatsächlich nach 6 Uhr abends Bülow fassen konnte, womit Napoleon gerettet war. Während noch 1870 ein „Waterloo“ von Latour du Pin den Großmeister Napoleon in Allem und Jedem als unfehlbar verehrte — als den „auf die Erde herabgestiegenen Mahadö“, wie General v. Schlichting neuerdings uns Napoleonanbeter verspottete —, hat diese glänzende französische Studie sich auf völlig objectiven Standpunkt gestellt. Aber was ergiebt grade deshalb diese unparteiliche Analyse? Daß nicht nur der Pamphletist Charras, sondern auch Jomini und alle seine Nachbeter, wozu natürlich auch Graf York „Napoleon als Feldherr“ gehört, lächerlich falsche Hypothesen als Grundlagen ihrer nachtheiligen Kritik nahmen und von hier aus alle Maßregeln Napoleons in schiefem Sehwinkel lasen. Der krasse Widerspruch zu den authentischen Belegen der eigenen Ordres Napoleons ist hier ebenso groß, wie bei Charras' fälschlichen Belastungen Napoleons in Sachen Erlon, Ney, Grouchy. Man dekretirt, Napoleon habe sich schon am 15. abends der Punkte Sombref und Quatrebras bemächtigen sollen. Aber Charras, der dies als Absicht Napoleons ausgiebt, führt zugleich das entscheidende Zeugniß Soults an: „Der Kaiser dachte gar nicht daran“. In den präcisen und detaillirten Ordres vom 15. und 16. an Reille und Erlon wird dieser Punkte nirgendwo gedacht. Erst zuletzt schreibt Soult an Ney etwas von der Straßenkreuzung „Trois

Bras“ (Quatrebas): „wo Sie in Stellung gehen sollen“; von irgendwelcher Wichtigkeit dieses Punktes steht aber kein Wort dabei. Warum? Weil Napoleon gar nichts daran lag, der überhaupt nur den Feind zerstreut überraschen und Theilerfolge erringen wollte. Die verbündeten Heere konnten vor dem 17. frühestens nicht konzentrirt sein und ihr Vereinungsversuch auf der Brüsseler Chaussee (Sombref-Quatrebas) war bis dahin nicht nur aussichtslos, sondern wäre durch den zwischengeschobenen Keil der vereinten französischen Masse schwer bestraft worden. Somit hätte ein zu accentuirtes Vordringen Napoleons die Verbündeten ohnehin nur bewogen, am 16. früh den Rückzug auf Wavre und Brüssel anzutreten, um dort erst rückwärts ihre Vereinigung zu erzielen — und gerade dies wollte Napoleon vermeiden und hindern. Auch stellen sich die Historiker so an, als ob er Blücher habe zuerst angreifen wollen. Aus beiden Ordres an Grouchy und Ney vom 16. früh erhellt aber, daß er „nur 40 000 Preußen“ bei Sombref vermuthete und mit aller Kraft gegen Wellington auf Brüssel marschiren wollte. Nachmittags hoffte er schon in Gembloux zu sein, um dann, die Nacht durch, einen neuen Gewaltmarsch nach Brüssel durchzusetzen. Deshalb ließ er die Truppen bei der Mittagshitze ausruhen, „zauderte“ also keineswegs, wie alle Kritiker über ihn herfallen, sondern erwartete einfach bei Ligny nur mäßigen Widerstand. Ebenso irrig will die Charraslegende, daß man am 17. annahm, der preußische Hauptheil sei nach Namur abgebogen. Es lagen frühzeitig Rapporte vor, daß „preußische Kolonnen über Wavre zurückziehen“, und wußte dies Napoleon am 17. abends schon genau. Für die angeblichen Aufklärungssünden der Reiterei ist Grouchy ohnehin nicht verantwortlich gewesen, weil der Kaiser sich ausdrücklich vorbehielt, selbst Ordres an die Reitergenerale zu erlassen. Hiermit fällt auch der Vorwurf dahin, daß Grouchy bis mittags keine Ordre erhalten habe, denn dies war ja unnütz, da seine Reiterei die nöthigen Befehle vom Kaiser direkt erhielt. Auch die Reiterei des kaiserlichen Hauptheers vollzog diese Aufgabe: am 17. und in der Nacht zum 18. meldeten die Flanqueurs der Reiterdivision Domont, 9 Uhr abends auch General Milhaud, daß sie über Tilly-Gentinnes aufklärten. Man könnte also höchstens tadeln, daß die eigene Reiterei des Kaisers nur direkt an ihn und nicht auch an Grouchy meldete. In allen Depeschen an Grouchy wird freilich Direction auf Wavre empfohlen; daß dieser sich aber strikt an die Formel band, gewährt ihm keine psychologische Entschuldigung, denn immer wieder befahl der Kaiser dringend, sich in steter Verbindung mit ihm nach links zu halten, und dies vernachlässigte Grouchy völlig. Ferner wird stets Charras' Legende nachgebetet, daß Grouchy weder rechtzeitig bei Plancenoit anlangen, noch überhaupt dort etwas retten konnte. Sein Corps Vandamme konnte mindestens 6½ Uhr — wahrscheinlich früher — eintreffen, noch um 7 Uhr wurde Bülow von Plancenoit zurückgeworfen, erst 7 Uhr langte Pirch an. Solche Flankenbewegung Grouchys hätte aber ohnehin alle preußischen Marschkolonnen in Verwirrung gebracht,

ja deren Eingreifen bei Plancenoit in Frage gestellt. Selbst wenn aber die überhaupt nur am 18. zum Schlagen gekommenen 40 000 Preußen eingriffen (und zwar in solchem Falle, Grouchy auf den Fersen, zweifellos erst gegen 6 Uhr mit Bülow's Spitze), so würde Grouchy mit 25—30 000 Mann (5—10 000 als Deckung gegen Thielmann und Ziethen's Seitwärtsmarsch abgerechnet) sich zwischen die getrennten preußischen Korps eingeschoben haben, wodurch Bülow zwischen zwei Feuer gerieth und so Blücher nur in Wellington's Niederlage verwickelt worden wäre. Wenn also noch neuerdings Boguslawski schreibt: „In der Strategie zeigt sich Gneisenau Napoleon überlegen", so wünschen wir für geistige Verständigung zwischen Deutschen und Franzosen, daß solch chauvinistische Parteilichkeit gesunder Objectivität Platz mache! Möge die beiderseitige Militärliteratur von historischen Fälschungen ablassen und eine würdige geistige Annäherung suchen.

Wir legten auf die Bedeutung der Stärkeziffern stets besonderes Gewicht und haben im Text stets d i e Ziffern genannt, die wir selbst als richtig ermittelten. So sei nachgetragen, daß für Austerlitz verschiedene Angaben bestehen: Verbündete 83, 85, 89 000, Napoleon 65, 75, 80 000. — Die preußische Stärke bei Auerstädt scheint doch höher gewesen zu sein, als Scharnhorsts sogenannter „Hofbericht" sie mit 50 000 taxierte, dagegen wird dort Davout noch von Lehmann irrig auf 33 000 angesetzt, sogar „27 000" ist noch zu hoch, da ein Detachement bei Kösen zurückblieb. — Bei Eylau soll Davout nur noch 14 000 gehabt haben, wir unsererseits fanden dies insofern wahrscheinlich, als dessen Reiterbrigade Marulaz laut Specialnachweis nur noch 300 Köpfe zählte. Wir müssen nun auch ähnlich untersuchen, ob Napoleon 1815 wirklich mit „128 000 Mann" die Sambre überschritten habe, wie heut alle Historiker sagen.

Bei Waterloo ward er früher nur auf 65—68 000 geschätzt, von Charras auf 72 000, vom zuverlässigen Houssaye neuerdings auf rund 74 000; doch blieb unklar, ob hierbei Division Girard mitgerechnet, die bei Genappes zurückblieb und etwa noch 3000 stark war. Grouchy wird auf 32- oder 33 000 angegeben. Dies wären also im Ganzen höchstens 110 000, beziehentlich 106 000 Mann, falls wir Houssayes obige höchste Ziffer adoptiren. Demnach müßte man bei Ligny und Quatrebras 18 000, beziehentlich 22 000 verloren haben, was wohl nicht zutrifft. Bei Quatrebras verlor man notorisch etwa 4000, bei Ligny 11 500 Mann. Rechnet man diesen Verlust zu obigen „110 000" hinzu, so bekommt man „125 000", was wir für richtig halten, selbst wenn wir Grouchy richtiger auf 35 000 schätzen. Freilich verwirrt sich die Sache wiederum durch die Angabe, Napoleon habe bei Ligny nur 68 000 oder gar 64 000 gehabt, wozu noch 10 000 Lobau, die nicht fochten, hinzurechnen. Demnach blieben für Neys Nebenheer noch 50 000 (beziehentlich 54 000) übrig, falls „128 000" richtig wäre, und das stimmt keinenfalls. Denn man schätzt Ney m i t Erlon that-

sächlich nur auf 42 000, während Ney, laut obiger Ziffer Napoleons bei Ligny, mindestens 47 000 gehabt haben müßte, selbst wenn wir unsre Ziffer 125 000 als Grundlage nehmen. Nun verwickelt sich aber der Fall durch weitere Verrechnung. Nach Abzug des Verlustes hätte Napoleon also am 17. mit Lobau noch fast 67 000 gehabt. Hiervon gingen Garde, Milhaud, Girard, Domont, Subervie ab, die auf Brüssel zu Neys Heerestheil marschirten; zusammen sicher noch 28 000 Mann, dazu 7000 von Lobau. Bleiben für Grouchy incl. der ihm zugetheilten schwachen Division Teste Lobaus nur 32 000. Zieht man aber obige 35 000 Napoleons, die zu Ney marschirten, von den 74 000 (Maximum) bei Waterloo ab, so bleiben für Ney selber noch 39 000, und diese Ziffer würde den Verlust bei Quatrebras ergeben. Der Verlust am 15. war ganz unbedeutend, Nachzügler und Kranke können für die paar Tage nicht in Betracht kommen: somit gewinnt sogar die niedrigste Ziffer „123 000", welche Capefigue ansetzte, an Wahrscheinlichkeit. Nun ist zwar Lobau wahrscheinlich stärker gewesen: 12 000 und darüber, auch stimmen die Ziffern für die andern Einzelcorps nicht überein. Napoleon selbst aber schätzt in seiner Feldzugsdisposition seinen einen Flügel Grouchy auf „fast 50 000 Mann" und waren dies: Gerard, Vandamme, zwei leichte Reitercorps und Milhaud. Zieht man hiervon 9000 Mann Verlust dieser Heertheile und 3500 Milhaud und 2500 Domont-Subervie am 17. ab, so würde Grouchy immer noch „fast 35 000" behalten haben, wozu noch (siehe oben) Division Teste zu rechnen. Demnach ist unsre Ziffer richtig, daß Grouchy mindestens noch 35 000 stark war. Seinen andern Flügel Ney schätzt Napoleon am 15. auf „45—50 000", davon stieß aber Division Girard (5000) am 16. zum Kaiser bei Ligny und umgekehrt die leichte Gardereiterei (2000) zu Ney, so daß dieser am 16. etwa 43 000 hatte, was obiger Berechnung für den 18. entspricht. Rechnet man nun noch etwa 18 000 Garde, 12 000 Lobau hinzu, so hatte Napoleon am 16. thatsächlich nur „fast" 123 000 Mann, was zu beweisen war, d. h. unsre Ziffer 125 000 ist die wahrscheinlichste Durchschnittsmitte. Aus diesen Feststellungen ergiebt sich aber auch, daß Napoleon bei Fleurus „fast" 80 000 Mann vereinen konnte, daß also Blücher, sei er nun 82- oder 87 000 Mann stark gewesen, bestimmt erdrückt worden wäre, falls Erlon (Leichte Gardereiterei war mit dabei) wenigstens 12 000 in seinen Rücken geworfen hätte.

Hieraus wolle man nun entnehmen, wie überaus schwierig genaue Stärkeverrechnungen sind, und wie entscheidend sie bei Beurtheilung von Kriegslagen mitsprechen. Hätten wir irgendwo, was wir nicht glauben, Stärken zu hoch oder zu niedrig angesetzt, so würde dies unser Urtheil über die Vorgänge oft wesentlich ändern.

Wir haben die Feldzüge Napoleons ausführlicher geschildert, weil sich in ihnen allein die wahren Gesetze der Kunst offenbaren und auf ihnen das gesammte moderne Kriegswesen sich aufbaut. Sie werden daher ein ewiges Muster bleiben trotz aller Veränderungen der Technik, die übrigens die Taktik erst in Zukunft wirklich beeinflussen

Digitized by Google

mögen, während sogar im Burenkrieg die Engländer noch in alten Kampfformationen fochten. Das völlig aufgelöste Gefecht, wie es das modernste Gewehr bedingt, ist noch 1870 keineswegs zur Erscheinung gekommen, vielmehr wurde auch damals noch beiderseits beim Angriff die Kompagniekolonne angewendet, trotz der größeren Zerstörungskraft und Fernzone des Hinterladers. Allerdings erlaubten die früheren geringen Wirkungen des Vorderladers und der glatten Geschütze ein dichteres Massiren beim Schlachtaufmarsch und wurde die meisterhafte Handhabung geschlossener Marschsäulen beim Einrücken in die Feuerfront, von heutigen Militaires als taktische Vollkommenheit angestaunt, theilweise hierdurch ermöglicht. Aber auch im nahen feindlichen Feuer vollzogen sich die taktischen Evolutionen napoleonischer Truppen mit vollendeter Sicherheit (Massenas Flankenmarsch bei Wagram). Auch im Kampfe selber bezeugt Clausewitz die erstaunliche Festigkeit der Sturmsäulen unter Kanonenfeuer und allerdings durfte Napoleon hier dichtere Massirungen anwenden, als sie nach Einführung moderner Waffen möglich blieben. Doch hat man diesbezüglich bedeutend übertrieben und zunehmende Forschung lehrt, daß die „Kolonnenform" nicht so buchstäblich zu nehmen sei. Gegenüber der Friedericianischen Lineartaktik hatten die improvisirten Revolutionsaufgebote sich in dicke Massen geballt, die mit dem Bayonet draufgingen, weil sie keine künstlichen Linien bauen konnten, und die Feuerwirkung besorgten die Schützen, die sich vorn und auf den Flanken loslösten und die Kolonnen wie ein Schleier umgaben. Diese zufällige Taktik der Noth brachte dann Napoleon besonders im Lager von Boulogne in feste Normen und ward sie sodann nacheinander von allen andern Heeren adoptirt. Schon 1807 wandten die Russen den Schützenschwarm bis zum Uebermaß an und errichteten zu diesem Behuf ganze Jägerbrigaden, wie auch schon 1806 preußische Füsilierbataillone dazu dienen sollten. Wenn man also meint, daß selbst 1806 eine besondere überlegene Fechtweise der französischen Truppen gesiegt habe, so verstrickt sich diese Legende bis heute in augenfälligen Irrtum. Wie die russischen Verluste 1807 und 1812 trotz taktischer Reform ins Ungeheure stiegen, so liegt auch der klarste Beweis vor, daß bei Jena und Auerstädt die preußische Lineartaktik schwerlich so schlecht bestand, wie man glaubt: nämlich die Verluste. Bei Jena kennen wir nicht den Verlust der Hälfte von Lannes und doch wissen wir schon von ungefähr 5000 Gesammtverlust, wobei Suchet fast ein Viertel seiner Stärke einbüßte. Bei Auerstädt aber verlor Davout 7000, einzelne Theile bis zu 30 %, obschon die nacheinander wirklich eingesetzte Zahl preußischer Gewehre nur unerheblich die seine überstieg. Wenn die Preußen in beiden Schlachten zweifellos mehr Tote und Verwundete verloren, so lag dies nicht an der französischen Fechtweise, sondern an der unglaublichen Führung, die überall ihre Kräfte verzettelte und sie oft vereinzelt französischer Uebermacht aussetzte. Das Gewinnen napoleonischer Schlachten, wie der Feldzüge, ist daher ausschließlich der Führung

zuzuschreiben, der strategischen Gruppirung, wie sie sich bis aufs Schlachtfeld fortsetzte. Außerdem darf man, wie schon angedeutet, die angeblich der Linie überlegene Kolonne nicht so wörtlich nehmen.

Abgesehen davon, daß die alte Linienform, welche die Briten bis zuletzt beibehielten, sich bei Albuera und Waterloo den durch zufälliges Versehen besonders verdichteten Kolonnen überlegen erwies, dürfte selbst die berühmte Kolonne von Wagram, ebenso die angebliche Kolonnenform der Reiterattacke bei Eggmühl, sich wesentlich anders gestaltet haben. War es denn wirklich eine „Kolonne"? Vorn 8 Bataillone in Linie deployirt, nur hinter beiden Flügeln vertheilt 13 Bataillone in Bataillonskolonnen „serré par division". Nach anderen Angaben waren es sogar nur 10 oder 8, welches Schwanken der Ziffern sich wohl dadurch erklärt, daß einzelne Regimenter damals 4, im russischen Feldzug sogar 5 Bataillone zählten. Wie dem auch sei, dieses zweite Treffen stand nach damaligen Begriffen noch außer Feuerwirkung und seine Bataillonskolonnen deployirten natürlich in Linie, sobald sie ins Feuer rückten. Auch die nachfolgenden „Kolonnen" Serras und Wrede sind gar nicht nachgerückt, sondern, sobald sie engagirt wurden, zu beiden Seiten in Linie deployirt worden. Wenn Macdonald furchtbar litt, so entsprang dies also nicht der taktischen Form, sondern der sonstigen Gefechtslage: jede Truppe, sei sie auch völlig in Tirailleure aufgelöst, litte ähnlich, wenn sie in die feindliche Mitte hineinstieße und deren jeweilige Flügel einschwenkend mit Kreuzfeuer flankirten. Wer weiß, ob nicht selbst die Verluste legendär übertrieben! Denn wenn Lamarque nachher nur ein Bataillon Ueberrest behalten haben soll, wie kommt es dann, daß sein 13. Rgt. nur 349 Mann, allerdings 24 Offiziere verlor?

Sonstige Aenderungen im inneren Dienst waren unbedeutend. Die Kürassiere erhielten später Karabiner, damit sie gegen Infanterie nicht wehrlos seien. Die Karabiniers Nansoutys, zwei auserwählte Regimenter, erhielten erst nach Wagram Harnische, die polnischen Chevauxlegers Lanzen. Die Karabiniers eröffneten noch die Attacke von Eggmühl mit Karabinersalven und diese von Friedrich d. Gr. verpönte Manier behielten die Franzosen noch 1870 bei, wo das große Reitergefecht von Mars la Tour damit begann. Die Zusammensetzung der Kavallerieeinheiten war sehr verschieden. Die Brigade hatte oft 3 Regimenter, Division Pajol 1812 sogar 7 und Division Bruyère sogar 9. Division Lasalle zählte 1807 volle 4 Brigaden. Bemerkenswerth erscheint, daß die Generale sich mehr aussetzten, als heute üblich, und erstaunliche physische Fähigkeiten entfalteten. So wurden beim Wachauer Sturmritt die beiden Commandirenden des 1. und 5. Reitercorps, Latour Maubourg und Pajol, anscheinend tötlich verwundet; beide lebten aber lange, Pajol focht sogar schon 1814 bei Montereau entscheident mit. — Vom kriegerischen Corpsgeist dieser welterobernden Legionen macht man sich einen Begriff, wenn man schon auf ihre Vergangenheit seit 1792 zurückblickt. Freilich hatte man trübere Zeiten gesehen, ehe man zu solcher Kriegsgewohnheit

emporwuchs. Das berühmte 36. besaß 1792 nur 666 gute Gewehre auf ein Effektiv von 1350 Köpfen, auch fehlten 1081 Patronentaschen. Aber schon unter Soult führte es den berühmten Flußübergang über die Linth (160 Freiwillige unter Capitaine Dellard) bei Nacht aus und in Brigade Molitor der Division Vandamme (Corps Lecourbe) hieß es schon 1800 „das berühmte Regiment" und that bei Möskirch dem Feind besonderen Abbruch. Das 56. focht bei Stockach und in Italien, wie es später bei Leipzig und bei Ligny focht. Neben ihm dort das 33. in Division Berthesène, das schon die zweite Schlacht von Rivoli 1797 entschied, Joubert an der Spitze, wie das 32. die erste unter Massena's persönlichem Befehl. Das 56. verzeichnet auch rühmliche Alpenübergänge in seinen Annalen, ebenso das 13. und das ruhmvolle 12., das beim Splügenübergang Macdonalds allen anderen voranzog. Das 33. und 64. hatten auch die Gewaltmärsche Bonapartes 1797 hinter sich, bis sie zuerst nach Brixen vordrangen, eine Serie, wo 50—66 km Tagesmärsche mit Bivaks im Freien abwechselten. Das 33. büßte in Division Victor während des Jahres 1799 nacheinander 3000 Köpfe ein und sah sich auf 397 reduzirt. Das 13. machte nebst dem 22. und 69. den Hauptsturm auf St. Jean d'Acre in Syrien.

Da die Stärke der Linienregimenter zwischen 1500 und 2200 schwankte, so kann man nach den früher citirten Einzelthaten den hohen Procentsatz der Verluste ermessen. Gleichwohl stiegen diese im Allgemeinen wahrlich nicht im Vergleich zum 18. Jahrhundert, denn im Siebenjährigen Krieg litten einzelne Regimenter, z. B. Alsace, Auvergne, France bei Kloster Kamp und Wilhelmsthal nicht minder. Das spätere 33. Regiment (Touraine) litt bei Warburg ungemein, wo das spätere 13. (Bourdonnais) allein 50 Offiziere 600 Mann einbüßte, und ließ bei Crefeld 14 Off. tot 34 verwundet auf dem Felde der Ehre. Ganz außerordentlich waren die Verluste der Kavallerie bei Crefeld und Minden — relativ größer als bei Sedan, procentual so groß wie bei Waterloo und Borodino. Selbst früher schon unter Ludwig XIV. waren Regimenter Bourbonnais und Champagne, am längsten zur Deckung Tallards bei Blenheim standhaltend, zu Grunde gegangen. Auch die höchsten preußischen Einzelverluste im Befreiungskrieg (Bataillon Krosigk bei Möckern, 6. Landwehr bei Probstheida u. s. w.) übertrafen nicht die ähnlichen bei Collin und Kunersdorf. In der nun folgenden Epoche bis 1864 treffen wir Verluste von unbestimmter Höhe. In der Krim freilich recht mäßige in Schlachten: 1. Zuaven an der Alma nur 141, das 6. de ligne bei Inkermann nur 179, obschon es in der Brigade Vergé der Division Bosquet neben dem 7. Leichten und 3. Chasseurs besondere Lorbeeren pflückte. Dagegen ließ es bei Erstürmung der Grünen Schanze (Malakof) 32 Off. 498 M. auf der Strecke, die 1. Zuaven ebendort 511 Köpfe, wovon 28 Offiziere. Letztere ansehnliche Einbuße entsprach aber nur naturgemäß den Umständen dieses gewaltigen Sturms, der nochmals eine wahre Bravourarie der französischen Gloire an-

stimmte. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Engländer mit der damaligen besten Waffe, der Miniébüchse, auf 1200 Schritt schossen, Franzosen und Russen nur auf 300, daß aber dieser Unterschied der Bewaffnung absolut nichts fruchtete, die Briten vielmehr stets von den Franzosen gerettet werden mußten und ihr Sturm auf den Redan völlig scheiterte. Ebenso ergab sich gar keine Steigerung oder Minderung des Verlusts 1859, weil die Franzosen gezogene Geschütze, die Oestreicher ein besseres Vorderladergewehr einführten. So verloren zwar die 1. Zuaven, welche nacheinander als Obersten einen Cavaignac, Canrobert, Bourbaki hatten, bei Solferino 509 Köpfe, wovon 25 Officiere, bei abgeschlagenen Stürmen auf den „Cypressenhügel", der nachher erst vom 78. de ligne genommen ward — und bei Melegnano gar 639. Dagegen errangen die 3. Zuaven ihren Riesenerfolg bei Palestro mit ziemlich geringem Opfer: 16 Off. 273 Mann. Das 6. Rgt. desgleichen, als es um Rebecco und Medole (Solferino) rang: 19 Off. 290, und das 33. (Brigade Goze der Div. Bazaine) bei Melegnano nur 98 Mann, allerdings 16 Off. Diese Daten belegen die Logik, daß über Verlust und Erfolg überhaupt n i ch t Taktik und Bewaffnung, sondern nur jeweilige Gefechtslage entscheiden, welche doch nur eine Folge der höheren Führung ist. Wo Kräfte isolirt überlegenem Widerstand ausgesetzt werden, leiden sie natürlich mehr, als einheitlich fechtende Kampfgruppen. Das zeigte sich auch 1870. Denn während die Rheinarmee, die nirgends von absoluter Uebermacht erdrückt wurde, als höchste Verlustziffer eines Regiments rund 800 incl. Versprengte und Vermißte verzeichnet — 67. Rgt. bei Vionville — und bei Sedan die Marinedivision nur rund 25 %, die sehr exponirten 1. Zuaven nur 19 Off. 600 Mann verloren, erreichten die Verluste bei Wörth eine erschreckende Höhe, wo z. B. das 36. ungefähr so viel verlor wie bei Jena und Austerlitz zusammen und die 1. Zuaven allein 13 Offiziere, obschon sie am allerwenigsten fochten. Die Vernichtung der 3. Zuaven, 2. Turcos, 13. Chasseurs erinnerte an ähnliche Ziffern bei Eylau. Auch die von uns oft genannten Regimenter 48, 56, 58 litten furchtbar. Und doch fochten die Franzosen bei Wörth in fester Stellung mit überlegenem Gewehr — aber die Sünden ihrer Führung rächten sich so bitter. In gleicher Weise aber bei den Deutschen, die überall ihre isolirten und improvisirten Anläufe blutig bezahlten. Am ärgsten vor St. Privat und bei Mars la Tour. Jedoch erreichte dort die Einbuße der 38. Brigade und speziell des 16. Regiments mit Abrechnung der Gefangenen noch nicht 50 %. Von einer Steigerung der Verluste durch die stärkere Zerreibungszone des Hinterladers kann also gar keine Rede sein. Die stärksten deutschen Artillerieverluste bei Verneville und Beaugency, die französischen bei Champigny erreichen doch nicht den der 60 Gardegeschütze bei Wagram: 476 Mann 564 Pferde. Auch bei Plewna blieben die größten russischen Einzelverluste weit hinter denen von Borodino zurück.

Es darf also als unumstößliches Axiom gelten, d a ß Waffen-

technik und Taktik nichts Wesentliches ändern, daß der Erfolg stets von höheren Gesetzen abhängt, die wir eben unter dem Namen der „Strategie“ begreifen. Und diese allein haben auch Napoleons beispiellose Triumphe erzeugt, die nur wenig mit Glücksbegünstigung zu schaffen hatten und daher vorbildlich bleiben werden, auch dann, wenn die unerbittliche Geschichte manchen andern Feldherrn seit Wellington bis auf unsere Tage den Nimbus ihrer maßlosen Ueberschätzung geraubt hat. Wie sehr die alte napoleonische Armee, doch zweifellos die taktisch kriegserfahrenste aller Zeiten, im Gegensatz zu heutigen Anschauungen gewisser Officiercorps davon durchdrungen war, daß Strategie das ausschlaggebende Element sei, lehrt die erstaunliche Protegirung des großen Theoretikers Jomini durch den Haudegen Marschall Ney. Jomini, ursprünglich Civilist, kleiner helvetischer Beamter mit 1200 Francs Gehalt, ward auf sein dringendes Ansuchen von Ney zum Hauptmann ernannt und später zum Stabschef Ney's befördert. Ja, Ney soll Jomini's Schriften auf seine eigenen Kosten veröffentlicht haben. Der Theoretiker hat dem Empiriker zwar wenig genützt, denn Ney mißachtete z. B. 1808 in Spanien das Drängen dieses seines Stabschefs, über Soria zu marschiren, wodurch die von Lannes geschlagene catalonische Armee unfehlbar aufgerieben worden wäre. Mai 1813 freilich wußte Ney beim Vormarsch auf Berlin schon vorher durch Jominis Divination, daß der Kaiser ihn nach Bautzen dirigiren werde, und traf deshalb dort pünktlich zur festgesetzten Stunde ein, während 1866 des Kronprinzen Eingreifen bei Königgrätz auf fünfmal kürzerer Entfernung mindestens um vier Stunden sich verzögerte. Jomini sagte auch Anfang Oktober 1806 Ney genau voaus, wie Napoleon operiren werde — im gleichen Augenblicke prophezeite der preußische Theoretiker v. Bülow, der gerade wegen Insubordination in Arrest saß, wie naseweisen Untergebenen gebührt, warum die Preußen nothwendig im Saalethal zertrümmert werden mußten. Die heut verachtete Theorie, obschon man in Preußen wenigstens dem geistvollen Clausewitz volle Gerechtigkeit widerfahren ließ, ward von Napoleon selber in Gestalt Jominis sehr gewürdigt, dem u. A. 1812 die Etappenüberwachung anvertraut wurde. Napoleon ward dann auf St. Helena selbst theoretischer Autor, wie er denn früher stets seine Feldzugsideen genau zu Papier zu bringen pflegte, und stellte in Aussicht, er werde noch ein Büchlein schreiben, aus dem Jeder die Geheimnisse der Kunst erlernen (?) könne. Jedenfalls war es ein epochemachendes Gespräch, als Napoleon das schon damals auftauchende Hinterladerprojekt (eines Hauptmanns Pauly) erwog und Jomini fragte: ob er meine, Umwandlungen der Waffentechnik würden die alten Gesetze des Erfolges tangiren? Beide kamen überein: absolut nicht!

Dieser verneinende Sinn bestätigt sich in allen Kriegen. Zugleich aber lehrte die Epoche bis 1864, daß die Berufsmilitärs vom

Vorbild des großen Meisters wenig oder nichts gelernt hatten. Als Ausnahmen können nur einige erfreuliche strategische Märsche Radetzkis 1849 in Italien und und des Civilisten Görgey als Feldherr der Ungarischen Insurrection gelten. Im Krimkrieg „fühlt man sich in die rohesten Zeitalter zurückversetzt", urtheilt Rüstow. Alles plumpe Frontalrauferei. 1859 erwies sich die Führung beiderseis als durch und durch dilettantisch. Die Oestreicher hatten ein besseres Gewehr, wovon man wenig spürte, französischerseits machten „gezogene" Geschütze zum ersten Mal ihre Aufwartung. Sie leisteten aber bei Magenta gar nichts, trotz aller Anstrengungen des Artilleriechefs Leboeuf, und bei Solferino nur deshalb, weil dort besonders Mac Mahon und Niel, der altnapoleonischen Tradition eingedenk, jene „Bouquets" von Massenbatterien nachahmten. Doch wurden die „glatten" östreichischen Geschütze keineswegs niedergekämpft und ihre Inferiorität lag lediglich in der miserabeln verzettelten Führung. Als aber endlich einmal abends 40 Geschütze unter Erzherzog Wilhelm sich vereinten, war die Wirkung völlig ausreichend. Auch hier redete man wieder viel von überlegener französischer „Taktik" als ausschlaggebend. Aber die angeblich so untauglichen Compagniekolonnen Oestreichs warfen bei Magenta (Brigade Hartung, Division Reischach) und Solferino (bei Rebecco und Guidizzolo, San Martino und Höhen von Cavriana) die Schützenschwärme mehrfach gründlich über den Haufen. Der Gesammtverlust an Toten und Verwundeten glich sich ziemlich aus und die größere Menge östreich. Gefangener erklärt sich in beiden Schlachten nur aus der schlechten Beschaffenheit des Corps Clam Gallas, während andre Theile (Brigade Puchner am Solferinoschloß) sich über alles Lob erhaben schlugen. Ein gewisses Talent zeigte nur Mac Mahon, als er nach langer Bedenklichkeit sich entschloß, am Campo di Medole nur einen Schleier zu belassen und seitwärts gegen das feindliche Centrum bei Solferino einzuschwenken. Bei Magenta „verirrte" er sich zwar nicht, wie Moltke spöttisch schrieb, aufs Schlachtfeld, um dort den Marschallsstab zu finden, denn die Lage seiner Kampfgruppe nördlich des Ticino war eine solche, daß er, um nicht von Giulay mit Uebermacht angefallen und abgedrängt zu werden, nothwendig selber auf Buffalora vorrücken mußte. Als aber auf seinen Kanonendonner Gardedivision Mellinet frontal heraneilte und mit stürmischem Elan fünf Brigaden niederrannte, war es fast unverzeihlich, daß Mac Mahon nun das Gefecht abbrach und zurückging, um erst seinen vollen Aufmarsch zu vollenden. Nur die traurige Führung Giulays machte es möglich, daß Mellinet und herangeeilte Brigaden Canroberts sich so lange behaupten konnten, bis Mac Mahon neuerdings vorbrach.

Die angeblich von Schützenschwärmen und gezogenen Geschützen mürbe geschossenen dichten Formationen des 3. Korps Schwarzenberg wiesen noch abends bei Solferino den todesmuthigen Anritt zwei französischer Reiterdivisionen ab, trotz des damaligen schlechten Vorderladers. Die schöne östreichische Kavallerie aber, die unter Edelsheim

sogar Chasseurs d'Afrique völlig warf, kam außer ein paar kleinen Attaken des Regiments Preußenhusaren überhaupt nicht zum Gefecht, durch ihre geradezu schmachvolle Führung lahmgelegt. Uebrigens verdienten bei Solferino mehrere Generale der Wimpfen'schen Armee den Sandhaufen. Ein Vorpostenbataillon mußte sich stundenlang allein gegen eine ganze Division Niels wehren, die tapfre Vorderbrigade Blumencron ward unterstützungslos geopfert, alle Corpstheile zersplittert, die Reserven ungebührlich zurückgehalten. Größeren Initiativgeist muß man den Verbündeten zusprechen, aber der lag in der höheren moralischen Stimmung ihrer Truppen begründet, nicht in irgendwelchem zielbewußten Feldherrnwillen. Man darf daher so zusammenfassen: hätten die Oestreicher kein „besseres“ Gewehr, dafür aber Armeeleiter gehabt, die bei Solferino den an sich trefflichen Vormarschplan des Generalstabschefs Heß ausgeführt hätten, so wären die Franzosen geschlagen worden. Und hätten die Franzosen statt gezogener Geschütze und Tirailleurtaktik dort nur ein besser berechnetes Marschtableau befolgt, so wären die Oestreicher schon mittags geschlagen gewesen, ihr thatsächlich ungenügendes Verhalten vorausgesetzt. Aber wenn man dem Flügelcorps Canrobert — unglaublich zu sagen, dem Flügelcorps! — seine Kavallerie wegnimmt, so daß dieser mit — sage und schreibe — seiner persönlichen Stabswache die Aufklärung auf der Flanke besorgen mußte und deshalb Niel bis zuletzt unzureichend unterstützte, so kann man sich nicht wundern, daß so zweifelhafte Siege herauskommen wie dieser.

Im kleinen Feldzug 1864, in welchem Deutsche und Dänen sich gleichmäßig tapfer schlugen, ist außer den glänzenden Waffenthaten von Düppel und Alsen, wo sich auffallende Energie und Beweglichkeit des reorganisirten Preußenheeres offenbarte, das Scharmützel von Lundby merkwürdig, wo eine Compagnie durch Schnellfeuer eine dänische Bataillonskolonne förmlich wegblies. Nach solcher Probe hätten die Oestreicher doch wissen müssen, was der neue Hinterlader werth war. In der That sprach das Zündnadelgewehr bei den ungeahnt raschen Erfolgen von 1866 in erster Linie mit. Sonst hätten nicht 5½ Bataillone bei Nachod das

Friedrich III. (Friedrich Wilhelm Nikolaus Karl), deutscher Kaiser, König von Preußen, geb. 18. 10. 1831, focht unter Wrangel 1864 in Schleswig, 1866 Oberbefehlshaber der II. Armee, siegte bei Nachod, Skalitz und Königgrätz, 1870 Oberbefehlshaber der III. Armee, siegte Weißenburg, Wörth u. Sedan, wurde 28. 10. Generalfeldmarschall, folgte seinem Vater Kaiser Wilhelm I. am 9. 3. 1888 auf dem Throne, starb am 15. 6. 1888 in Folge eines Kehlkopfleidens im Neuen Palais bei Potsdam. — Literatur: W. Müller, Kaiser F. 1888; Müller-Bohn, Unser Fritz 6. Aufl. 1896; R. Rodd, Kronprinz Fr. 1888; E. Simon, Der Kaiser Fr. 1888; Wiermann, Fr. III. 1888; Ziemssen, Fr. III. 1888; Rogge, Fr. III. 3. Aufl. 1895; Freytag, Der Kronprinz u. d. Kaiserkrone 1889; Philippson, Fr. III. 1893. — Die Krankheit Kaiser Fr. nach amtl. Quellen 1888; Mackenzie, F. der Edle und seine Aerzte 1888. Müller-Bohn, Kaiser F. der Gütige 1901.

Defilee gegen ein ganzes Corps so lange halten können. Auch besaß jetzt die Schützentaktik, nämlich im Verein mit dem Hinterlader, wirklich entschiedenes Uebergewicht. Aber auch hier differirt der beiderseitige Verlust nicht so bedeutend, wie man in Anbetracht der zehnmal besseren preußischen Waffe denken sollte, sobald man die so überaus zahlreichen Gefangenen abzieht, die sich zum Theil aus Italienern zusammensetzten, deren Kampfwilligkeit für Oestreich begreiflicherweise gleich Null war. Gewiß litten einzelne östreichische Regimenter bitter: Airoldi bei Trautenau verlor 31 %, Erzherzog Salvator bei Skalitz gar 40 % tot und verwundet, doch auch ein Bataillon unserer Königsgrenadiere verlor bei Skalitz 33 % und Division Fransecky bei Masloved allein 84 Off. 2036 Mann (ausschließlich der Artillerie), wovon 26 Off. 709 M. aufs 26. Regt. kamen, was obiger Verlustziffer Regiments Airoldi wenig nachgiebt. Das ganze östreichische IV. Corps hatte gegen Fransecky den größten Verlust des Tages: 217 Off. 4787 M. = 17 % tot und verwundet, was gar nicht erheblich von Franseckys Einbuße absticht. (Das nächstbetroffene I. Corps verlor nur 15 %.) Zwei Compagnien unserer 67 er büßten allein 9 Off. 169 M. ein, wovon 6 Off. 57 M. tot! Auch die erste Gardedivision bei Chlum litt doch erheblich, obschon sie und Fransecky meist defensiv gedeckt fochten. Hierbei kommt freilich in Betracht, daß die östreichische Artillerie sich in Führung und Material — jetzt waren beiderseits gezogene Geschütze eingeführt — sehr überlegen zeigte. Auch ihr Verlust, obschon sie bei Königgrätz wahrhaft heroisch standhielt, erreichte unterm Hinterladerfeuer (4. Artillerieregiment: 10 Off. 309 M.) lange nicht frühere Einbußen wie bei Wagram und Borodino und selbst die 3. Reserve-Kavalleriedivision, vom Schnellfeuer zersprengt, verlor nur 20 %. Wenn die reitende Batterie Gröben III. Corps 54 Mann verlor, so geschah dies nur, weil sie auf 200 Schritt standhielt und im Feuern erobert wurde. Ueberall aber wird man finden, daß nicht Waffen und Fechtweise, sondern die Gefechtslage, wie sie sich aus Maßnahmen der Führung ergab, den Erfolg bedingte. Fransecky litt so schwer, weil man ihn isolirt dreifacher Uebermacht preisgab, das IV. östr. Korps, weil es nachher ins Flankenfeuer der Garde gerieth, deren Keilstellung bei Chlum überhaupt nur die Zerrüttung der zu spät angreifenden Reservecorps mit sich brachte. Diese mörderische Flankirung war allerdings durch die „Führung" des Kronprinzlichen Heeres veranlaßt, es spielten aber dabei allerlei Zufälle mit und zweckmäßiges Handeln des Gegners hätte es unmöglich gemacht. Uebrigens entschieden weit mehr als taktische Umstände die seelischen Faktoren, die dem intelligenteren und pflichtstrengeren preußischen Soldaten ein geistiges und moralisches Uebergewicht über den östreichischen verschafften, obschon die deutschen und böhmischen Truppentheile sich mit glänzender Bravour schlugen. Aehnliches kam auch 1870 zur Erscheinung.

Die deutsche Streitmacht umfaßte 15 Armeecorps und 6 Reservekavalleriedivisionen, das preußische Corps durchschnittlich à 25 000 Gewehre und Säbel mit 84 (nur das VIII. und IX. hatten 90) Geschützen, die drei süddeutschen und das sächsische und Garde à 30 000, letztere mit 90, das Württembergisch-Badische mit 104, die andern drei mit 96 Geschützen. Die Franzosen hatten nur 7 Corps entgegenzusetzen, zu denen später noch zwei andre stoßen sollten, denen man seltsamerweise die Nummern XII und XIII verlieh, obschon alle zwischenliegenden Corpsnummern fehlten. Außerdem die Garde und 3 Reservekavalleriedivisionen nebst einer Artilleriereserve von 96 Stück. — Die Formirung unterschied sich freilich sehr, insofern alle deutschen Corps nur 2 Divisionen (nebst durchschnittlich 2 Kavallerieregimenter) zählten. Das Gardecorps, das Sächsische und die Süddeutschen Corps besaßen jedoch viel mehr Kavallerie, nämlich das Württembergisch-Badische 6 Regimenter, die Bayrischen außer den sonstigen 2 Korpsregimentern je eine Brigade à 3 Regimenter, die Garde eine besondere Kavalleridivision à 6 Regimenter und die Sachsen eine à 4 Regimenter, immer außer den zwei sonstigen auf die Divisionen vertheilten Regimentern. Auch die Hessendarmstädtische Division zählte 2 Kav.-Regimenter extra. Die Reservereiterdivisionen hatten theils 2 theils 3 Brigaden. Jedenfalls geht aus dieser Uebersicht hervor, daß nicht weniger als 85 deutsche Kavallerieregimenter in Frankreich einrückten. — Hierzu kamen später noch 4 Landwehrdivisionen und die Mecklenburgisch-Hanseatische. Im Ganzen 474 Bat, 382 Schwadr. 1584 Geschütze. Ein französisches Corps umfaßte 3 Inf. 1 Kav. Division 90 Geschütze, die Marschallcorps (Mac Mahon, Leboeuf, Canrobert) 4 Divisionen und drei Brigaden Kavallerie nebst 120 Kanonen. Die Garde hatte nur zwei schwache Divisionen, drei Reiterbrigaden und 72 Geschütze. Diese schon an sich inferiore Streiterzahl (eine Division nur zu 8 bis 9000 Gewehren gerechnet) mit 924 Geschützen, gegen die sofort rund 400 Bataillone 1350 Geschütze mobil waren, kam obendrein nicht vollzählig zusammen. Vom Corps Canrobert fehlten, da jede Division ein Chasseurbataillon haben sollte, 3 davon und Division Bisson meldete sich nur mit einem Regiment zur Stelle, die Kavallerie gar nicht und von der Artillerie nur 6 Batterien! Dem Corps Mac Mahon fehlten ein Jägerbataillon der Division Douay und ein Regiment der Division Lartigue sowie ein Reiterregiment. Division Dumont des Corps Douay befand sich noch in Lyon und blieb stets ohne Jägerbataillon, dito fehlte eine Dragonerbrigade. Das schien jedoch alles noch nicht genug für die französischen Heerverderber, die es förmlich darauf anlegten, ihre Minderzahl noch offenkundiger zu gestalten. Denn statt sich wenigstens vereint zu halten, zertheilten sie sich längs der Grenze, um alle möglichen Punkte gleichzeitig zu decken, womit man nach alter strategischer Erfahrung dann überhaupt nichts deckt.

Musterhafte Ordnung und Symmetrie kennzeichnete den Aufmarsch Moltkes, der sich wieder in concentrischer Trennung vollzog.

wobei die III. Armee unter Kronprinz Friedrich ganz excentrisch durch die Pfalz ins Elsaß drang, die I. Armee Steinmetz und die II. Prinz Friedrich Karl dagegen an der Saar dichtgedrängt von Nordost nach Südwest frontmachten. Eine vernünftige französische Führung hätte daher vor allen Dingen eine Centrale bei Nancy festhalten müssen, um von hier aus den Vortheil Innerer Linie zu gewinnen, sich eventuell rechtzeitig vereint auf die III. Armee zu stürzen. Von Versammlung der Streitkräfte war aber keine Spur zu entdecken, so daß sich Napoleon über solche Confusion im Grabe umdrehen könnte. Nicht mal einheitliches Oberkommando hatte man bisher gefunden. Erst am 4. August erhielt Mac Mahon außer seinem berühmten I. „afrikanischen" Corps, das er über die Vogesenpässe zwischen Zabern und Bitsch vorschob, die Corps Failly und Felix Douay unterstellt. Ersteres kam am 5. mit Division Lespart bis Bitsch, letzteres incomplett wie es war, stand bei Mühlhausen, wo Douay mit Division Liebert und einer Reiterbrigade verblieb, während Division Dumesnil noch rechtzeitig per Eisenbahn über Hagenau zum Marschall stieß. Doch befand sie sich erst am 6. früh zur Stelle, auch Theile des I. Corps z. B. das 36. de ligne trafen erst am Morgen des verhängnißvollen Schlachttags bei Fröschweiler ein. In Lothringen übertrug man den Oberbefehl noch später an den jüngsten Marschall Bazaine, bis dahin dilettirte der Kaiser. Corps Ladmirault stand nordwestlich, Corps Frossart weit vorgeschoben auf den Spicherenhöhen, Corps Decaën (Bazaine) dahinter bis St. Avold, weiter rückwärts die Garde. Canrobert erschien überhaupt erst in der zweiten Augustwoche an der Mosel. Nicht genug sich zu theilen, schwächte man sich auch noch durch isolirte Vorschiebung einzelner Körper an die Grenze. Statt seine Reiterei aufklären zu lassen, was freilich auch die deutsche hier nur mangelhaft besorgte, stellte Mac Mahon die schwache Division Abel Douay bei Weißenburg auf, den Feind zu beobachten. Dieser beobachtete freilich seinerseits keinerlei Zurückhaltung, sondern ging sofort

Moltke, Helmuth Karl Bernhard, Graf von, geb. 26. 10. 1800 zu Parchim, trat 1822 aus dänischen in preußische Dienste, 1835 Instrukteur des türkischen Heeres, nahm 1839 am türkischen Feldzuge in Syrien Theil, 1848 Abtheilungschef im großen Generalstab, 1849—1855 Chef des Generalstabs des 4. Armeecorps, 1856 Adjutant des Prinzen Friedrich Wilhelm, 1858 Chef des Generalstabs der Armee; 1864 Generalstabschef der alliirten Armee in Schleswig, 1866 und 1870/71 Generalstabschef des Königs Wilhelm I. 1870 Graf, 1871 General-Feldmarschall, 1888 Präses der Landesvertheidigungs-Kommission, starb 24. 4. 1891 zu Berlin. — Werke: Gesammelte Schriften und Denkwürdigkeiten 8 Bde. 1891 bis 1893; Volks-Ausg. 3 Bde. 1895; Militairische Werke 6 Bde. 1895—1900. — Briefwechsel: Briefe über Zustände u. Begebenheiten i. d. Türkei 1835—39, 1841, 6. Aufl. 1893; Der russ.-türk. Feldzug i. d. europ. Türkei 1828—29, 1845, 2. Aufl. 1877; Briefe aus Rußland, 4. Aufl. 1893; Briefe a. s. Braut u. Frau 2 Bde. 1893. — Literatur: v. Fircks, M. und der preuß. Generalstab 1887; W. Müller, G. F. M. Moltke 1889; Köppen, M. 1888; Müller-Bohn, M. 1893.

mit drei Armeecorps Douay zu Leibe, dem obendrein das rückwärts bei Sulz postirte 78. Rgt. und ein Bataillon 50. Rgts. fehlten. Seine 5780 Gewehre (acht Bataillone, Franzosen und 1. Turcos) leisteten zwar in überaus fester Stellung hartnäckigsten Widerstand, die begeisterten Deutschen erstürmten jedoch den „uneinnehmbaren" Gaisberg, wobei sich das Königsgrenadierregiment besonders hervorthat, und bald eilten die Geschlagenen fluchtartig auf Sulz und Wörth zurück. Sie hatten 2300 Mann, wovon 1000 Gefangene, aber nur 1 Geschütz verloren. General Douay selber fiel, Pellé trat an seine Stelle. Den Deutschen kostete ihr erster Erfolg über 1500 Mann. Es hatten elf Bataillone des V. und sechs vom XI. Corps sowie vier vom II. bayrischen ernstlich gefochten, doch waren noch zehn andre Bataillone schwach am Gefecht betheiligt.

Mac Mahon war sich bewußt, daß „enorme Kräfte mit formidabler Artillerie" gegen ihn heranzogen, doch beschloß er, im Vertrauen auf seine starken Linien und das Chassepot in der Hand seiner Elitetruppen, die Deutschen über die Sauer anrennen zu lassen. Wenn sich nun am 6. August die Schlacht bei Wörth, eine der blutigsten und am tapfersten durchfochtenen der Neuzeit, schon entspann, so lag dies weder in seiner Absicht noch in der des Leiters der III. Armee, General v. Blumenthal. Dieser sah erst für den 7. das Netz geschürzt, in dem man den Gegner einschnüren könne, und der Marschall trug sich selbst noch mit Offensivgedanken, falls er erst Failly an sich gezogen habe. Dazu ließ es aber der Kampfeifer der Deutschen nicht kommen. Das V. Corps, Kirchbach, brach in der Frühe bis ½9 Uhr eine gewaltsame Recognoscirung vom Zaun, deren Kanonendonner das II. bayr. Corps Hartmann verführte, sofort mit großer Wucht von Nordosten her gegen die Linie Fröschweiler-Nehweiler vorzudringen. Auf Befehl des Hauptquartiers seit 11 Uhr das Gefecht abbrechend, wurden zehn Bayerische Bataillone bis Langensulzbach von vier der Division Ducrot zurückgedrängt. Mittlerweile war aber auch das Nachbarcorps links von Kirchbach, das XI. Bose, mit der Hessen-Nassauischen Brigade, die bei Weißenburg brav die Feuertaufe empfing, nach 9 Uhr bei Spachbach über die Sauer vorgedrungen, wo am Niederwald Division Lartigue die französische Rechte bildete, war aber um 11 Uhr mit herbem Verlust und in Unordnung geworfen worden, besonders durchs 1. Chasseurbataillon. Um diese Zeit langte allseitig der Befehl von oberster Stelle an, die Action einzustellen. Kirchbach aber hatte sich bereits derartig verbissen, daß es sich für ihn um Sein oder Nicht-

Blumenthal, Leonhard, Graf von, geb. 30. 7. 1810 zu Schwedt a. O., 1850 in den Generalstab versetzt, 1864 Chef des G.-St. der verbündeten Armee in Schleswig, 1866 Chef des G.-St. der II. Armee, 1870 Chef d. G.-St. der III. Armee, als welcher er sich unvergängliche Lorbeern erwarb. Der berühmte Rechtsabmarsch der III. Armee und das rechtzeitige Hinüberwerfen des V. u. XI. Korps über die Maas bei Sedan sind sein Verdienst. 1883 in den Grafenstand erhoben, 1888 General-Feldmarschall.

sein handelte. Seine gesammten 84 Geschütze, daneben 24 des XI. Korps — die Bayern brachten bisher nur 18 ins Feuer — donnerten von ½10 bis 10 gegen 60 französische, die niedergekämpft endlich schwiegen. Ermuthigt durch diesen Erfolg und um nun seinerseits den Nachbarcorps, die zu wanken schienen, Luft zu machen, warf er jetzt die 20. Brigade durch Wörth gegen die Höhen an der Hagenauer Chaussee vor und lud Bose und Hartmann dringend ein, trotz jeder andern Ordre die Schlacht fortzusetzen. Bose ging darauf ein, Hartmann konnte sich nicht so rasch entschließen und vermochte seine aus der Feuerlinie zurückgezogenen Massen erst nachmittags zu sammeln. Infolgedessen sahen sich die braven 37 er und 50 er Kirchbachs vor der Hand ganz isolirt jenseits der Sauer. Nach anfänglichen Fortschritten ihrer stürmischen Bravour sahen sie sich von 2. Zuaven 2. Turcos, kaum unterstützt vom 48. de ligne, furchtbar zusammengeschossen und nach Wörth gedrängt. Nur das schreckliche deutsche Geschützfeuer — jetzt 66 Geschütze XI. Corps auffahrend — hielt die Franzosen nieder. Das 78. Rgt. Pellé, das um 11 Uhr zwischen Ducrot (Linke) und Raoult (Centrum) vorbeordert wurde, lief sogar unterm Granathagel ins Fröschweiler Holz aus den Rebenpflanzungen zurück, nur II 78 schloß sich dem 48. an. Kirchbach setzte also auch die 19. Brigade ein, indeß Bose mit frischen Bataillonen den zweiten Angriff auf den Niederwald erneuerte. 3. Zuaven 1. Chasseurs hielten sich jedoch gegen die große Uebermacht; erst als noch eine dritte Brigade und 24 neue Geschütze mitwirkten, wich die Linie Lartigues, zugleich über Morsbronn flankirt. Es war 1 Uhr. Um diese Zeit gelang es dem V. Korps endlich, nach grausamen Verlusten besonders des 6. Rgts., den dominirenden Galgenhügel zu erobern. Statt mit allen Reserven sofort die Deutschen in die Sauer zu treiben, speiste Mac Mahon den Kampf nur tropfenweise, indem er III 36 und III 48 einsetzte. Jetzt erhob sich das wildeste Schlachtgemenge bis 2½ Uhr. Der dritte Angriff Bose's mit gesammtem Korps schleuderte Lartigue anfangs zurück, der aber mit den 3. Turcos den Albrechtshäuserhof zurückeroberte. Doch das 56. Linie mußte von Morsbrunn bis Ebersbach weichen und ein vierter allgemeiner Angriff brachte endlich auch den Niederwald in deutsche Hände, wobei 3. Zuaven 1. Chasseurs ruhmvoll zu Grunde gingen. Umsonst flehte Lartigue seit lange um Unterstützung, Mac Mahon verwies ihn aufs Eintreffen der Division Lespart, das jeden Augenblick erwartet wurde, und faßte diese tötliche Flankirung nur als Demonstration auf: die wahre Gefahr vermuthete er am andern Flügel gegen Nehweiler! Infolgedessen ließ Lartigue die Kürassierbrigade Michel sich opfern, um seinen Abzug nach Elsaßhausen zu decken. Dorthin wichen bereits II III 2. Zuaven und III 36, mit ihnen I 21 und 17. Chasseurbataillon der Reservedivision Dumesnil, die erst so schwache Theile in die Front schob. Dem dritten großen Angriff Kirchbachs glückte es nämlich, die erste Terasse der südlichen Centrumstellung Raoults zu stürmen, mit Hülfe der 18. Brigade bis zum „kleinen Wäldchen" zwischen Elsaßhausen und Niederwald vor-

zudringen, wobei die 7 er links am Niederwald den Sieg des XI. Korps förderten. Die 47 er durchwateten hierbei die Sauer, weil das Entwickeln aus dem engen Stadtdefilee von Wörth sich dort sehr hinderlich gezeigt hatte. Hier aber in nördlicher Richtung vermochten die Preußen immer noch nicht, sich freien Raum zu schaffen. 2. Turcos 48. 78. Rgt. 8. Chasseurs fochten hier mit ungebrochener Energie. Nun endlich ermannte sich der Marschall zum Gegenstoß. II. III 21 Dumesnils schlossen sich den 8. Chasseurs und I. 2 Zuaven an, denen I 47 der Brigade Maire sich anhing. I 99 blieb als Reserve zurück. Der ganze Rest der Division ging in zwei Sturmsäulen vor. Brigade Maire mit vier Bataillonen warf um 1½ Uhr auf persönlichen Befehl Mac Mahons anfangs den rechten Flügel Kirchbachs den Abhang hinunter, während das 3. Linie beinahe den Galgenhügel wieder nahm und die deutschen 47 er anfangs zurücktrieb. Aber auch unsre 17. Brigade griff jetzt ein und erstieg den östlichen Höhenrand gegenüber Fröschweiler Holz, an vereinten Kräften Kirchbachs zerschellte der Gegenstoß. General Maire fiel, alle Körper Dumesnils wichen nach schwerster Einbuße theilweise ganz aus der Schlachtlinie. Beim Weichen von I 2. Zuaven wäre fast eine Mitrailleusenbatterie genommen worden, die brav mit vorfuhr. Endlich hatten auch 5 frische Bayernbataillone Hartmanns sich bei Sägemühle neben den Görlitzer Jägern eingefunden und Division Stephan des I. bayr. Korps Tann ging allmählich hier ins Gefecht. Noch aber wachte hier Ducrot, der Unermüdliche. Indeß er das Gros Hartmanns bei Langensulzbach immer noch mit schwachen Theilen — I 45 — im Schach hielt, sandte er vier Bataillone Wolf nach Elsaßhausen, fünf Bataillone Houlbec sogar nach 3 Uhr bis an die Reichshofener Chaussee westlich von Fröschweiler. Mit nur zwei anderen und seinem heroischen 13. Chasseurbataillon, dem 48. 78. Rgt. und 2. Turcos warf er sich mit solcher Wucht auf die Bayern, die hier auf achtzehn Bataillone stiegen, daß er sie vollständig über den Haufen warf. Gleichzeitig stürzte sich General Heriller mit den noch frischen I II 36 um 2½ Uhr vom Fröschweiler Holz auf die Rechte Kirchbachs, wobei 8. Chasseurs und II III 21, sowie III 36 nochmals vorgingen. Doch vor dem umfassenden Vordringen des V. Korps gegen die Fröschweiler oberste Terasse fluthete Alles zurück, Heriller verwundet, 4 Geschütze verloren. Es war 3½ Uhr und jetzt erstürmte das durch Niederwald vorbrechende XI. Korps auch Elsaßhausen, wobei eine Mitrailleusenbatterie der Reserve-Kürassier-Division Bonnemains erobert wurde. Gegen diesen fünften Massenangriff Boses hatte Mac Mahon zwar einen kräftigen Gegenstoß versucht mit Ducrot's Verstärkungssendung, doch nach kurzem Erfolg trat auch hier Niederlage ein. Oberst Franchessin und der Stabschef des Marschalls, General Colson, fielen. Doch ward in diesem Gefecht auch Bose selber schwer verwundet, der seine durcheinanderwirrenden Schützenlinien anfeuernd durchritt. Jetzt holte der verzweifelte Gegner zu einem letzten gewaltigen retour offensif mit allen drei Waffengattungen aus. 48 Reservegeschütze fuhren auf,

mußten aber schon nach drei Schüssen das Weite suchen, neun Stück verlierend. Nordwestlich Elsaßhausen brachen die 1. Turcos bravourös vor, eroberten 6 Geschütze zurück, brachen aber dann zusammen und flohen mit 53 % Verlust nach Reichshofen. Dann dröhnte die Erde unter Panzerreitern Bonnemains', 12 Schwadronen sprengten um 3¾ Uhr vorwärts, um den allgemeinen Rückzug zu decken, und opferten sich, so daß um 4 Uhr der Marschall mit der flüchtenden Hauptmasse nach Reichshofen sich rettete. Sobald diese letzten Attaken abgeschlagen, begann allseitiges Vorwärts auf das brennende Fröschweiler. Vier Württembergische Bataillone waren bei Elsaßhausen eingetroffen, zwölf XI. Korps waren noch schlagfähig. Die Tapfern östlich von Fröschweiler erlagen endlich. Den 2. Zuaven ward ihre Feldschanze von den Posener 59 ern erstürmt. Am Waldweg zur Alten Mühle wehrten sich immer noch die 2. Turcos wie Rasende. Oberst Thomassin sammelte Theile 48. zum Widerstand, I II 36 brachen nochmals mit Elan vor, gefolgt von 78. unter Oberst Bellemare. Die 13. Chasseurs wurden hier buchstäblich vernichtet. Ebenso im Wald die 8. und alle diese Regimenter wurden zersprengt, nachdem Theile von ihnen Fröschweiler bis zuletzt vertheidigt, wobei sogar die 1. Sappeurkompagnie mitwirkte. 6 Geschütze wurden hier im Feuer erobert, während Ducrot mit Brigade Houlbec und seinen drei Batterien heftig die Umgehung unsrer 32er, 94er und Württemberger abhielt. Mit II 1 Zuaven und Resten seiner Brigade bildete General Wolf bis zuletzt die Nachhut auf einer Kuppe südlich Reichshofen. Alle Batterien Ducrot gingen kämpfend verloren. Nach 5 Uhr machten sich 6 Württemb. 12 bayrische 5 preußische Schwadronen und Hartmann's 5. Inf. Brigade an die Verfolgung, die jedoch schon bei Niederbronn zum Stehen kam, wo Division Lespart anlangte. Sie hätte schon Mittags bei Fröschweiler stehen können. Das zerschlagene Heer floh in Eile durch die Vogesenpässe in Richtung auf Chalons.

4000 waren nach Straßburg versprengt, der übrige Gesammtverlust betrug wohl 16 000, incl. 9000 verwundete und unverwundete Gefangene, nebst 33 Geschützen. Die Deutschen bezahlten den herrlichen Sieg mit fast 11 000 Toten und Verwundeten. Failly entzog sich durch raschen Abmarsch der Verfolgung, Douay brachte die bei Mühlhausen stehende Truppe per Eisenbahn über Paris nach Chalons. Erst am 12. stieß bei Belfort Division Dumont zu ihm, die Dragonerbrigade kam überhaupt nicht, erst am 16. empfing er bindende Befehle, so daß er erst am 22. bei Rheims stand. Die mächtig ausgreifende Flucht Mac Mahons legte bald eine breite Zone zwischen sich und den Verfolger. Am 12. hätte er bei Pont à Mousson stehen können, um direkten Anschluß an Bazaine zu gewinnen. Dieser Unheilstifter bewog jedoch den Kaiser zu sich widersprechenden Befehlen und endlicher Weisung, die Vereinigung rückwärts bis Chalons zu verlegen. Natürlich! Für Bazaines geheime Pläne konnte ihm nicht passen, seine offene rechte Flanke, die er durch absichtliches Nichtsprengen der Moselbrücken noch offener machte, von Nancy aus gedeckt zu sehen.

Am 14. stand Mac Mahon mit Failly bei Neufchateau, unnützerweise in weitem Bogen südwärts ausbiegend, von wo für Failly erst am 17. der Bahntransport begann, während man von Nancy direkt schon am 15. hätte per Bahn in Chalons eintreffen können. Denn erst am 13. verließ das rollende Bahnmaterial Nancy und die Nebenstrecken, erst am 14. plänkelte deutsche Kavallerie nach Nancy hinein. Hätte Douay früher Ordre erhalten, so konnte er über Chaumont schon vor dem 15. in Chalons sein. Somit hätte Mac Mahon mit Failly schon am 17. bei Verdun stehen können, oder selbst wenn er das neugebildete XII. Korps Lebrun in Chalons abwartete, wenigstens schon bis Stenay. In Folge all der trostlosen Irrungen und Wirrungen stand er erst am 22. bei Chalons vereint. Die deutsche III. Armee aber tappte bis dahin im Dunkel, verlor 14 Tage lang die Fährte, Mac Mahon entschwand gleichsam in strategischem Nebel. So suchte man ihn im Westen an der Marne, indeß er schon im Nordosten sich zur Maas vorbewegte, in der rechten Flanke des Verfolgers. Das Entstehen solcher Krise erweist aber die durch Kirchbach vom Zaun gebrochene Verfrühung der Schlacht endgültig als verfehlt und nur bewußte Schönfärberei kann darüber täuschen. Am 7. hätten nach Blumenthals Plan sämmtliche Corps Mac Mahon und Failly umspannt, dessen dann etwaigem raschem Rückzug durch die Vogesenpässe man dicht auf der Ferse geblieben wäre, da die Kavallerie dann Zeit und Raum gehabt hätte, sich zur Verfolgung rechtzeitig vorzuarbeiten!

Am gleichen 6. August erlitt auch das andre isolirte Grenzcorps Frossart bei Spicheren einen scharfen Schlag. Wiederum das gleiche Bild: improvisirte Schlachtanzettelung, opferwilliges Heraneilen aller nächsten Kameraden deutscherseits, verspäteter Gegenstoß anfänglicher Uebermacht und träges Nicht-Ankommen möglicher Verstärkungen französischerseits. Als die 14. Division Kameke tollkühn allein gegen den Roten Berg und Gifertwald vorstürmte, hätte Fossart ihr sofort eine zermalmende Niederlage bereiten müssen. Seine Stärke wird auf 27 500 Mann berechnet, doch sind hier offenbar nur die Gewehre gerechnet. Deutscherseits betraten im Ganzen nur 40 000 Gewehre — die Franzosen fabeln von „80 000" — die Wahlstatt, hiervon sind jedoch nur rund 29 000 zur Verwendung gekommen. Von der 13. Division, die nach 7 Uhr abends auf Forbach umging und hierdurch Frossart zum Abzug nöthigte, kamen nur 2¾ Bataillone und 2 Batterien zum Feuern. Von der 14 ten thaten II 53 und von der 5 ten Füsilierbataillon 8 und ein Theil 52 er keinen Schuß. Dagegen focht das 40. Rgt. des VIII. Corps Goeben nebst zwei Batterien seit 3 Uhr mit, sogar eine Batterie I. Korps kam an. Möchten deshalb die Franzosen, die von „drei deutschen Corps" fabeln, nicht auch noch dies vierte mitzählen?! Mit der 5 ten Division III. Korps wirkten noch vier Batterien, die Außerordentliches leisteten, doch konnte wegen des Geländes die Ueberlegenheit der deutschen Artillerie, die bei Wörth entschied, hier gar nichts ausrichten, abgesehen davon, daß also bis zuletzt nur 72 den 90 Geschützen Frossarts (gleich anfangs 24 gegen 42)

gegenüberstanden. So verdankt man denn den Sieg nur dem unvergleichlichen Heldenmuth des deutschen Fußvolks und den unbegreiflichen Fehlern der französischen Führung. Wäre das Corps Decaën (Bazaine) vor 5—6 Uhr eingetroffen, so hätten 66 000 Gewehre, 210 Geschütze die deutsche Minderzahl auch jetzt noch erdrückt, nachdem Frossart versäumt hatte, v o r h e r die 14. Division abzuthun. Von 12—3 Uhr erstürmte Brigade François (Niederrheinländer, Hannoveraner) den Roten Berg, eine schier unersteigliche Position, und hielten sich droben, wo ihr tapferer Führer den Heldentod fand. Die Schützengräben, in Hufeisenform bis an den steilen Abfall des Berges reichend, waren anfangs nur vom 10. Chasseurbataillon besetzt, doch ging dann Brigade Michelet der Division Laveaucoupet vor, während links die 3. Chasseurs und andre Theile der Division Vergé bei Stiring-Wendel fochten. Frossart hatte nämlich ursprünglich seine Stellung räumen und sie nur bis zur Bahneinschiffung seines Corps in Forbach mit der Vorderlinie halten wollen. Jetzt erst um 3 Uhr entschloß er sich zur Annahme des Treffens und entfaltete beide Divisionen, hinter denen die dritte, Bataille, als Reserve anrückte. Da aber nun bis 5, beziehentlich 6½ Uhr die Brandenburger der 5ten Division, auf ausdrücklichen Befehl Friedrich Karls herbeschieden, mit höchster Energie bei Stiring und das 40. Rgt. im Stiringer Walde eingriffen, scheiterten sowohl zwei Vorstöße Laveaucoupets als auch später Batailles bei Stiring, und nur die feste Haltung von 220 abgesessenen Dragonern, 100 Pionieren und 200 Reservisten bei Forbach schützte bei einbrechender Dunkelheit Frossart vom Umfaßtwerden durch die 13. Division. Die auf ¾ Meile auseinandergezogene 14. Division war also durch abnormen Heldenmuth und die ebenso heldenmüthige Hingebung der 5. Division gerettet, der Feind zum eiligen Rückzug bewogen, der nach Saargemünd erfolgte. Dort schlossen sich die von Failly vergessene Brigade Lapasset und seine 3. Lanciers Frossart an, mit dem sie fortan vereint blieben. Während bei Wörth der französische Heroismus noch einmal blendend aufflammte, so daß die Nation nicht mit Unrecht diese Niederlage zu ihren Ehrentagen zählt — wohlgemerkt gegen das g l e i c h b r a v e V. Korps —, so gebührt bei Spicheren unbedingt die Palme dem deutschen Soldaten. Man verlor freilich 4900 Todte und Verwundete, der Gegner angeblich 4100, wovon etwa 1300 unverwundete Gefangene.

Da die I. Armee Steinmetz (VII. Korps Zastrow, VIII. Goeben, I. Manteuffel) durch die an sich unmotivirte Vorwärts-

Steinmetz, K a r l F r i e d r i c h v o n, geb. 27. 12. 1796 zu Eisenach, kämpfte schon 1813 mit, nahm 1848 am Feldzug in Schleswig theil, 1851 Kommandeur d. Kadettenkorps, 1864 Kommandeur des 5. Armeekorps, siegte 1866 bei Nachod, Skalitz und Schweinschädel, 1870 kommandirte er die erste Armee bei Spichern und Gravelotte. Wegen persönlichen Zwistes mit Prinz Friedrich Karl am 12. 9. abberufen. 1871 General-Feldmarschall, starb am 2. 8. 1877 zu Landeck. Conrady. — L i t e r a t u r: v. Krosigk, Gen.-Feldm. v. St. 1900.

bewegung, die sich nun hitzig fortsetzte, zu weit vorprallte, so daß die II. Armee (III. brandenburgisches und IX. Manstein in erster Linie, dann X. Voigts-Rhetz und XII. Kronprinz Albert von Sachsen, zuletzt Garde, II. Fransecky und IV. Alvensleben) nicht auf gleiche Höhe kommen konnte, so blieb Bazaine immer noch Gelegenheit zu erfolgreichen Rückschlägen. Statt dessen ging er bis hinter die Nied, dann hinter die Mosel nach Metz zurück. Es keimte daher der Plan, ihn mit der II. Armee, während die I. in grader Richtung auf Metz folgte, bei Pont à Mousson zu umkreisen. Etwa am 12. findet sich die erste Andeutung eines solchen Vorstoßes gegen die Abzugsstraße Bazaines nach Verdun zwischen Mosel und Maas. Allein, da man hierbei den Fluß getrennt überschreiten mußte und in Folge überhasteten Vormarsches um Tagemärsche auseinandergerissen schien, schwebte solche Operation naturgemäß in größter Gefahr. Auf den „Herrgott von Dennewitz" mochte man sich wohl verlassen, denn „Gott ist immer bei den stärkeren Bataillonen" und hier beschwingte die allgemeine nationale Begeisterung den fast übermüthigen Impuls der deutschen Waffen.

Am 14. nachmittags befand sich die Hälfte Bazaines schon am Westufer im Abmarsch auf Gravelotte, Corps Decaën und Garde noch am Ostufer, Ladmirault bewerkstelligte grade den Flußübergang, als die Avantgardenbrigade Goltz — ausdrücklicher Warnung Moltkes zuwider — Decaën angriff, um weiteren Abmarsch zu hindern. Decaën, bald tödtlich getroffen, that Goltz den Gefallen, stehen zu bleiben, statt ihn einfach zu zerdrücken. Weder abrückend noch losschlagend, blieb Bazaine gleichsam schlaftrunken in bleierner Apathie.

Mittlerweile waren jedoch das I. Korps Manteuffel und Theile der 14. Division herangeeilt und am Abend schwenkte auch noch das IX. Korps hierher ab. Ladmirault machte zwar um 6 Uhr kehrt und schlug das I. Korps bei Mey gründlich zurück; erst Mitternachts zog Brigade Brayer der Division Cissey ab. Diese und Division Lorencez fochten überhaupt nicht, von Division Grenier nur das 64. und I. 98. der Brigade Pradier, das 13. und die 5. Chasseurs der Brigade Bellecourt. Dagegen feuerten 11 Batterien Ladmiraults, während Decaën (Leboeuf) nur 15 von seinen 20 Batterien engagirte, desgleichen nur 36 seiner 52 Bataillone. Die Garde rührte sich überhaupt nicht. Es sind demnach nach unserer Berechnung nur rund 25 000 französische gegen rund 25 000 deutsche Gewehre zum Ernstkampf gekommen, während die wenigstens im Schlachtfeld handelnd vertretenen Kräfte 34 000 französische gegen 30 000 deutsche betrugen mit 156 gegen 168 feuernde Geschütze. Ueberhaupt anwesend kann man bis Abend rechnen rund 59 000 deutsche (inkl. 18. Division IX. Korps) und 64 000 französische Gewehre mit 210 gegen 204 Geschützen. Der Kampf kostete uns 5000, den Franzosen angeblich nur 3600 Mann.

Bazaine sputete sich jetzt am 15. ein wenig und stand am 15. Abends ziemlich vereint bei Rezonville. Seine Reservereiter-

division Forton plänkelte über Mars la Tour, ohne aber diesen wichtigen Ort zu besetzen. Als die 5. Kavallerie-Division Rheinbaben dort sichtbar wurde, wich man bis Vionville. Sogar die Tirailleure 10. Regiments der Div. Tixier Canroberts, die auf der Chaussee die deutsche Kavallerie belästigt hatten, gingen soweit nordwärts zurück, daß nicht einmal das wichtige Bois de Tronville (nordöstlich von Mars la Tour) besetzt gehalten wurde. Am 16. August wurde Bazaine auch den Kaiser los, der mit 3 Regimentern Chasseurs d'Afrique nach Verdun abging. Friedrich Karl hatte seine Rechte wieder an Steinmetz herangeschoben, selbst das XII. Korps drehte nach dem Schlachtfeld um, das X. aber ging währenddessen ganz isolirt nach Westen zur Maas hin zurück. Ihm folgte in weitem Bogen die Linke — Garde, später XII. Korps, während IV. und II. noch ganz zurück waren. Mitternacht zum 16. überschritt aber das III. brandenburgische aus eigener Initiative die Mosel, um mit dem Feind Fühlung zu gewinnen. So keimte die Krisis der Schlacht Vionville-Mars la Tour bereits auf dem Schlachtfeld von Colombey. Das X. Korps bog zwar auf den Kanonendonner hin nach Nordosten ab, langte aber mit der Hauptmasse erst um 4 Uhr Nachmittags an. Bis dahin hatten die Brandenburger den Vorzug, sich 6 Stunden lang angriffsweise mit drei französischen Korps herumzuhauen. Trotz fürchterlicher Verluste ward die Hochfläche von Gorze durch die 5. Division erstiegen, die Waldungen erobert, Flavigny unter Betheiligung der über Tronville nebst der 6. Kav.-Div. in breitem Flankenbogen vorrückenden 6. Div. dem Korps Frossart entrissen und dieses um 1 Uhr völlig aus dem Felde geschlagen. Nur Brigade Lapasset hielt auf der äußersten linken Flanke beharrlich Stand. (Div. Lavaucoupet war in Metz zurückgeblieben.) Durch harmonischen Zusammenfluß beider Divisionen ward auch Canroberts Division Lafont nordwärts aus Vionville verdrängt und die französische Schlachtlinie auch ostwärts auf Rezonville gedrückt. Hier aber stieß man auf unüberwindliches Hinderniß, insofern die Gardeartillerie und Gardegrenadierdivision Bourbaki's an Stelle des feldflüchtigen Frossart trat. Im Norden auf der Römerstraße spie eine große Artillerielinie Tod und Verderben und Canrobert führte neue Kräfte ins Feuer. Zwar besetzten 4. Bat. X. Korps, soeben anlangend, den Tronviller Busch, aber sie und die rechts von ihnen fechtenden 24er und ein Bataillon 20er litten bald unbeschreiblich. Vor sich hatten letztere das 9. Rgt. (Div. Bisson) und 10. (Tixier), sowie noch Theile von 9. Chasseurs und II 100, während gegen erstere nur 4. Rgt. und III 100 Tixiers zur Verwendung kamen, der sein 12. und I 100 den ganzen Tag lang müßig hielt. Nur zwei Bataillone 80. Rgts. der Div. Aymard schlossen sich hier an, diese ganze Division Leboeufs feierte, ebenso Nayral, und Div. Montaudon ward später nach Rezonville befohlen; dorthin zum entgegengesetzten Flügel, während doch offenbar hier im Westen die strategische Entscheidung lag, verpflanzte Bazaine Nachmittags das ganze Korps Leboeuf. Nur dessen Artillerie blieb

auf den Höhen von St. Marcel und feuerte gegen Tronviller Busch und die Chaussee dahinter, wo vier Batterien X. Korps, kaum angelangt, bald ein superiores Feuer eröffneten. Von 2—4 Uhr ward die Artillerie Leboeufs westlich verlängert durch herantrabende Batterien des Korps Ladmirault, dessen Div. Grenier um 1 Uhr die Flanke bei Ferme Grizière besetzte, vor 3 Uhr mit Brigade Bellecourt den Tronviller Busch von der Seite angriff. Div. Cissey folgte in athemlosem Gewaltmarsch von St. Privat her auf die West-Hochfläche von Bruville, wo sie zwischen 4 und 5 Uhr stückweise eintraf. Zugleich sammelte sich eine bedeutende Reitermasse auf der Westflanke im Yronthal. Mittlerweile hielt sich das zähe brandenburgische Fußvolk mit äußerster Mühe unter großartiger Beihülfe der Artillerie, die jedoch theilweise ihre Bespannung und beste Mannschaft einbüßte. Jetzt half auch Kavallerie aus. Nachdem schon Mittags Husarenbrigade Redern, das Weichen Frossarts benützend, beinah Bazaine selber gefangen hätte, begann jetzt Brigade Bredow ihren berühmten Todesritt. Sie zwang 5 Batterien auf der Römerstraße zum Abfahren, ritt mehrere Linien Fußvolk nieder, ward aber dann von übermächtiger Kavallerie zusammengehauen. Daß Canrobert, der schon zu drängen anfing, seine Offensive einstellte, geschah auf Befehl Bazaines, sich nur defensiv zu „behaupten". So lastete im Westen, wo der Sieg mit Händen zu greifen lag, förmliche Erstarrung auf den französischen Massen, denn nur am Ostflügel klebte Bazaines Aufmerksamkeit, um nur ja nicht dort von Metz abgedrängt zu werden. Alle Anstrengungen der erschöpften 5. Division, nach Rezonville Boden zu gewinnen, scheiterten jedoch, zumal sie meist von isolirten Körpern unternommen wurden, in dem Bestreben, sich der Chassepot-Fernzone zu entziehen, d. h. nach vorwärts auszureißen. Zwei Bataillonen X. Korps, hierher abgeirrt, folgte um 4½ Uhr ein Angriff drei anderer Bataillone der Div. Kraatz X. Korps, die unrichtiger Weise hierher abgezweigt wurden. Nachdem nämlich um 3½ Uhr unser ganzer linker Flügel aus Tronviller Busch über die Chaussee vertrieben und auch zwei heldenhafte Batteriegruppen III. (Körber) und X. (Goltz) Korps auf der Chaussee schon durch Batterien Greniers flankirt wurden, traf Div. Kratz um 4 Uhr ein, gleichzeitig aber die 38. Brigade bei Mars la Tour, die 45 km Geschwindmarsch zurückgelegt hatte. Die 5. Kav.-Div., sowie die zum X. Korps vordetachirte Gardedragonerbrigade und noch zwei andere Reiterregimenter sammelten sich auf der Flanke. Hiermit schien durch unbegreifliche Unthätigkeit Leboeufs und Tixiers die Krisis hier überstanden: man wußte noch nichts vom Ankommen Ladmiraults, sah nur Brigade Bellecourt, die jetzt, beim Vorrücken der 20. Div. in die Büsche, zur Bruviller Höhe zurückeilte. Hier lief eine breite Schlucht entlang, deren Nordrand das 43. de ligne und 5. Chass. rasch besetzt hielten. Auch II. 13 ging im Laufschritt vom Tronviller Busch auf den Schluchtrand, erhielt aber, kaum dies Manöver beendend, schon starken Kugelregen. Denn die 38. Brigade war den Franzmännern schon auf dem Halse, sofort

von Mars la Tour nordwärts anstürmend. Man ahnte weder die Schlucht, noch die Flankenstellung der Brigade Pradier, gerieth sofort in Kreuzfeuer und wurde selbst flankirt, wo man zu flankiren meinte. Dennoch warf das 16. Rgt. (Soest) mit unbezwinglicher Energie, die Schlucht überschreitend, Brigade Bellecourt über den Haufen, ward aber jenseits von Brigade Golberg (Cissey) überraschend angegriffen. Die 57er (Wesel) waren überhaupt nicht hinübergekommen und erhielten mörderisches Feuer von der Bruviller Höhe (I III 13) und der Brigade Brayer (Cissey), die zugleich mit 1. Rgt. und 20. Chasseurs die 16er in der rechten Flanke packte. In diesem auf französischer Seite mit brillanter Bravour, auf deutscher mit wahrem Heldensinn geführten Nahkampf von 4500 deutschen gegen 10 000 französische Gewehre hatten die Franzosen überraschend große Verluste. General Brayer fiel, die Offiziere in Masse. Die 38. Brigade aber büßte 2600 Köpfe ein und floh vernichtet nach Mars la Tour. Gleichzeitig endete eine große Reiterschlacht zwischen 5½ deutschen und 6 französischen Regimentern im Yronthal zwar Anfangs mit Niederlage General Legrands, der selber fiel, doch bewog das Anreiten drei neuer Regimenter die Deutschen zum Rückzug. Ein Todesritt der 1. Gardedragoner gegen die langsam verfolgende Div. Cissey that gar keine Wirkung; das siegreiche Fußvolk blieb ruhig stehen, nahm aber auch Mars la Tour nicht weg. Mittlerweile nämlich hatte die Div. Kraatz anfangs Tronviller Busch geräumt und den Angriff der 38. Brigade ohne jede Seitenunterstützung gelassen. Jetzt aber hatte sie den Busch nochmals genommen und sich mit 9 frischen Bataillonen doch derart entwickelt, daß sie einige Achtung gebot. Es blieb bis zur Nacht bei bloßer Kanonade. Länger ward im Osten gefochten. Gegen 5 Uhr ward ein Anlauf der drei Unterstützungsbataillone X. Korps mit großem Verlust abgeschlagen, gegen die nachstoßenden Garden rasch durch brandenburgische 12er gedeckt, die sich links in ihre Flanke drängten, während rechts die Brigade Rex vom Korps Goeben mit 2 Batterien anlangte und sofort anlief. Auch sie ward verlustreich geworfen, obschon auch das brandenburgische Leibregiment sich mit anschloß, das seit lange mit Brigade Lapasset am St. Arnoldswalde kämpfte. Das 3. Gardegrenadierregiment focht hier mit zwei Bataillonen (das dritte war als Bedeckung Napoleons nach Chalons abmarschirt) und verlor sehr viel. Die 1. und 2. Grenadiere hielten hingegen den Saum des Bois de Vionville unter mörderischem Fernfeuer, doch versuchten die tapfern Garden umsonst, in Verbindung mit Brigade Margenat der Div. Levassor Canroberts, die wackern Märker von der Chaussee zu drängen. Reihenweise sanken die Garden unter dem Kreuzfeuer von 42 Geschützen südöstlich Flavigny und 60 an der Westecke des Vionviller Waldes. Um 6 Uhr lief neuerdings auf der Ostflanke das 11. Regiment an, das selbstständig vom IX. Korps herbeieilte. Sein stürmischer, aber isolirter, nur von wenigen versprengten Kompagnien unterstützter Einbruch in die französische Haupt-

stellung bei Maison Blanche dauerte kurz. Bazaine hatte endlich eine Brigade Montaudons (von fünf dort angestauten Brigaden Leboeufs) ausgegeben und dieser frische Einsatz entschied. Mit 42 Prozent Verlust ward das brave Regiment und alle später vom Vionviller Wald vorstoßenden Abtheilungen vom Höhenrücken südöstlich Rezonville in den Wald hinabgeworfen. Doch das deutsche Granatgewitter duldete auch die Franzosen dort nicht, und als um 7 Uhr die Gardevoltigeurbrigade nach Südwesten vorstieß, holte sie sich blutige Köpfe. Freilich scheiterte gleichzeitig der Vorstoß eines noch frischen Bataillons der Brigade Rey, das alle 12 anderen am Bois de St. Arnould stehenden Bataillone mit sich fortriß. Nach 7 Uhr beschloß Friedrich Karl, um dem Feind jede Siegeszuversicht zu rauben, nochmaliges Vorgehen seiner Trümmer auf der Chaussee, wozu er jedoch nur ein Dutzend gemischter Kompagnien und 12 nothdürftig bespannte Batterien bereit fand. (General von Bülow und Oberst von Dresky, die Artillerie-Kommandanten, bedeckten sich mit Ruhm.) Kav.-Brigade Grüter ritt an, doch mußte die Bewegung bald eingestellt werden. General Grüter fiel, wie bei der 5. Division schon Vormittags der unersetzliche General Döring, ebenso alle Obersten der Unterstützungsregimenter seit 5 Uhr. Gleichwohl wagte nach 8 Uhr die Husarenbrigade Schmidt noch eine Attake in der Dunkelheit, wobei die Zietenhusaren, deren Oberst schon Mittags gefallen war, beinah den Adler des 93 de ligne erbeutet hätten. Doch die betroffenen Theile der heut am längsten und schwersten fechtenden Div. Lafont hielten gefaßt Stand. Der Schlachtvulkan brannte in sich selber aus. Nur knallten um 8 Uhr noch die Büchsen von 1½ Hessendarmstädtischen Jägerbataillonen ganz im Osten am Bois des Ognons, wo Gardezuaven und Gardechasseurbataillon gute Wacht hielten.

Die Deutschen hatten 222 Geschütze ins Feuer gebracht und 21 000 Schuß gelöst, die Franzosen angeblich „432" (wahrscheinlich nur 376) und verfeuerten 33 000 Schuß. Dazu 1 Million Gewehrpatronen, während allein unser III. Korps 720 000 verschoß, was deutlich zeigt, wie wenig ernstlich die anwesenden 100 000 Gewehre Bazaines verwendet wurden. Deutscherseits waren etwa 70 000 Mann, Alles in Allem, in Eilmärschen auf diesem Entscheidungsfeld

Friedrich Karl Nicolaus, Prinz von Preußen, geb. 20. 3. 1828, 1848 Hauptmann, 1849 Major, 1860 kommandirender General des 3. Armeekorps, erregte durch Vorträge über die Art, Frankreich zu bekämpfen, allgemeines Aufsehen, hatte hervorragenden Antheil an der Reorganisation des Heeres, 1864 Oberbefehlshaber der verbündeten Armee in Schleswig-Holstein, 1866 Oberbefehlshaber der I. Armee, zeichnete sich bei Münchengrätz, Gitschin und Königgrätz hervorragend aus, 1870 Oberbefehlshaber der II. Armee zwang Metz am 27. 10. zur Kapitulation, Kämpfe um Orleans und Le Mans, wurde Generalfeldmarschall, starb 15. 6. 1885. — Literatur: Hoenig, Prinz Fr. K. 1885; Rogge, Der Prinz-Feldmarschall F. K. 1885; Fontane, Fünf Schlösser 1889; von Borcke, Mit Prinz Fr. K. 1893.

zusammengebracht worden. Bazaine besaß jetzt noch 16 Mill. Gewehrpatronen, für 5 Tage Brod und 8 Tage Hafer. Er aber ließ die Rationen verbrennen, schickte schon im Laufe des 16. den Hülfstrain nach Metz zurück, und betheuerte, ihn zwinge drückender Munitions- und Proviantmangel, nach Metz umzukehren!! Während die Deutschen am 17. seinen Angriff oder Abmarsch auf der freigewordenen Straße nach Westen, am 18. früh immer nach seinem Abmarsch über Briey nordwestlich vermutheten und Moltkes Direktiven daher nur eine Nachhut bei Metz annahmen, die Friedrich Karl bei Amanvillers umgehen sollte, stand Bazaine in vorbereiteter Stellung, von der er vielleicht annahm, daß man sie wegen ihrer Stärke nicht anrennen werde.

Moltke erwartete heute nicht die Entscheidungsschlacht von Gravelotte-St. Privat. Die Artillerie IX. Korps Manstein, Mittags bis Verneville vortrabend, glaubte das dort überraschend bei Amanvillers vorgefundene große Lager Ladmiraults in träger Siesta zu fassen, was — wie wir erst jetzt wissen — ein grober historischer Irrthum ist, da der rührige Ladmirault längst vorher alarmirte. Zur Deckung dieser isolirt vorgeschobenen Artilleriemasse verbrauchte dann das IX. Korps tropfenweise seine 18. holsteinische Division, nicht ohne daß vorher fünf Batterien erobert und zwei durch III 13, I 64 und 5 Chasseurs, eine Batterie erobert und zwei Kanonen wirklich als Beute fortgeschafft waren. Die deutsche Artillerie litt um so schwerer, als sie sich alsbald von St. Privat her schräg in der Flanke beschossen sah. Gegen 2 Uhr wußte man bereits, daß Amanvillers nur das Zentrum sei und die feindliche Linie, schräg von Metz bis nach Nordost umgebogen, bis Roncourt laufe. Dorthin leitete Kronprinz Albert von Sachsen selbstständig die Umgehung der Sachsen, während die Garde frontal um ½4 Uhr St. Marie wegnahm und gegen St. Privat vorrückte. Canrobert hatte dort nur 42 Geschütze, die Bazaine auf dringendes Bitten zu 74 verstärkt haben soll. (Diese Angabe Oberst Montluisants widerspricht anderen französischen Angaben: Canrobert thatsächlich nur 7 Batterien.) Ladmirault warf aber in richtiger Schätzung der Lage schon um 2 Uhr Division Cissey gegen die rechte Flanke unserer Garde vor. Inzwischen hatte Mansteins verfrühte Schlachtanzettelung auch Steinmetz zu überstürztem Angriff gegen die Linie Rozerieulles-Moscou veranlaßt. Sein I. Korps lag am östlichen Moselufer fest und scharmützelte ein bischen gegen die Forts, das VII. demonstrirte auf der Flanke am Bois de Vaux und verzettelte sich in planlosen partiellen Frontalstößen, das VIII. hingegen — rechts vom IX., durchs Bois des Genivaux getrennt — und wiederum die gesammte Artillerie suchten die Sünden der Oberleitung nach Kräften gutzumachen. „Ruhmvoller fochten noch nie Franzosen," übertreibt ein deutscher Militärschriftsteller bezüglich des so arg geschwächten Korps Frossart, das seine Stellungen unterm deutschen Granathagel behauptete, immerhin hinter Schützengräben und Erdwällen. Besser paßt überschwängliches Lob auf unsere 15.

Div., die ungedeckt aus dem Mancethal die Höhe St. Hubert gewann und über die nackte Hochfläche nach Moscou vorstieß. Alle trotzigen Versuche, Moscou mit stürmender Hand zu nehmen, spät Nachmittags durch zwei heldenmüthige Batterien Hasse und Gnügge vom VII. Korps unterstützt, die über die gefährlichen Engwege von Gravelotte jenseits bei St. Hubert auffuhren, scheiterten. Auch das spät Abends anlangende und sofort eingreifende II. Korps (Pommern) änderte nichts. Natürlich übertraf der deutsche Verlust den feindlichen fast ums Dreifache, zumal der Angreifer sich stets durchs enge Gravelotter Defilee entwickeln mußte. Drei geschickte Gegenstöße Leboeufs, der von Moscou aus leitete, blieben fruchtlos, schon in Anbetracht der großen Uebermacht. Denn es fochten nur Div. Aymard und halbe Metman nebst Frossart = 26 000 Gewehre gegen 67 000 deutsche, von denen freilich nur 50 000 energisch zum Schlagen kamen, während auch von Frossart vier, von Leboeuf acht Bataillone gar nicht verwendet wurden. Doch sandte am Abend Bazaine, immer nur für Metz besorgt, hierher eine Gardevoltigeurbrigade, die freilich nur durch Fernfeuer wirkte. Die ganze Division Nayral blieb tagsüber in Reserve, erst spät Abends sandte Leboeuf das 41. Rgt. mit 2 Batterien seinem Kollegen Ladmirault nach Montigny zu Hülfe. Dagegen focht schon seit Mittag Brigade Clinchant der Division Montaudon als Flankendeckung Ladmiraults bei La Folie nebst 6 Batterien, wobei II III 81 obendrein das vorspringende Waldstück Charmoise festhielten. Deshalb wollte es der 18. Div. nie gelingen, aus den Pachthöfen Envie-Chanterenne vorzudringen, auch nicht, als die Artillerie III. Korps (heut nebst X. in Reserve) gegen Abend den Wald bearbeitete. Ebenso wankte Brigade Pradier der Div. Grenier nicht von ihrem Platz an den sogenannten „Pappeln" gegenüber Champenois vor und südlich von Montigny, wo auch das 33. Rgt. der Div. Lorencez in Reserve stand und zuletzt nebst Pradier den Abzug nach Mitternacht und am 19. früh deckte. Brigade Bellecourt zog Ladmirault hingegen schon um 4 Uhr aus der Feuerlinie, bis zum Bois de Saulny zur Linken weit hinter Amanvillers, um später eine Reserve zu haben, doch behielten I 13 und 5 Ch. ihren Platz am Bahndamm, nordwestlich von Amanvillers, wo sich neben ihnen südlich der Bahn die 2 Ch. der um 2 Uhr zu beiden Seiten des Dorfes einrückenden Div. Laurencez eingenistet hatten und nördlich des Dammes die 20. Ch. der Div. Cissey. Vor der Front südlich des Dammes waren 10, nördlich 4 Batterien aufgefahren, 1 und ein Bataillon bei den Steinbrüchen La Croix — östlicher inmitte der Luftlinie St. Privat—Amanvillers — geblieben. Um die deutschen Geschützstellungen am Bois de la Cusse südlich inmitten v o r der Linie Privat-Amanvillers und bei St. Ail — weiter westlich — zu schützen, wo auch die allmählich eingreifende Gardeartillerie empfindlich von Tirailleuren Cisseys belästigt wurde, entbrannte längs des Dammes und in der Mulde vorm Bois de la Cusse ein heftiges Gefecht. Die Darmstädtische Division avancirte mit prächtigem Schneid. Es lag aber in den Ver-

hältnissen bei solch partiellen Vorstößen, daß sie überall in Kreuzfeuer gerieth. So war schon früher unser Füsilierbataillon 85, das sich zur Deckung der Artillerie opferte, von den eben erst anlangenden 2. Chasseurs und dem 98. de ligne der Brigade Pradier vernichtet worden. Die Hessen aber, die ihren Stoß gegen die Hochfläche nordöstlich Bois de la Cusse richteten, geriethen ins Kreuzfeuer zwischen dem weit vorgeschobenen 73. Rgt. Cisseys nördlich des Damms und seines 6., das im zweiten Treffen rückwärts sich dicht an die Bahn lehnte. Der Angriff stockte sofort und auch die 3. Gardebrigade, die nach 5½ Uhr südlich des Damms vorging, drang nur unter schlimmstem Verlust bis auf 800 m westlich an Amanvillers heran. Was frontal dorthin strebte, fiel vorm 65. Rgt. Lorencez, was flankirt anlief, vorm 54. südlich vom Damm, den dort noch befindlichen zwei Bataillonen Bellecourt und weiterhin den 2. Ch., die hier schwer litten und ihrem Capitaine Negrier (dem später so bekannten Armeeführer) das Ehrenkreuz erwarben. Die Rgt. Alexander und Elisabeth, sowie die Gardeschützen (alle Offiziere außer Gefecht) schossen mit heroischer Kaltblütigkeit und Sicherheit, unbeugsam an den blutgetränkten Boden geklammert. Erfolge aber waren nicht zu erringen und selbst die kurzen Fortschritte hatte nur der grauenhafte Geschoßhagel von 178 deutschen Geschützen ermöglicht. Vor ihnen verstummten die französischen bald gänzlich, zuerst mußten Cisseys Batterien abfahren und Brigade Golberg (die Sieger von Mars la Tour) hielt nur mit Mühe dem auf sie vereinten Bleiorkan Stand. General Golberg ward verwundet (ebenso Generale Pradier und Bellecourt), die Obersten des 73., 15., 54. Rgts. getödtet. Dennoch bewahrte die tapfere Division Haltung genug, um dem grimmen Angriff der 4. Gardebrigade um 6 Uhr zu begegnen. Diese ging südöstlich St. Privat in Richtung auf Ferme Jerusalem vor und warf mit rücksichtsloser Bravour Brigade Gibon (Div. Levassor) frontal über den Haufen, ward aber vom 57. und 1. Cisseys mit vernichtendem Flankenfeuer überschüttet. Um sie nicht ganz isolirt zu lassen, brach nun auch die 1. Gardedivision frontal gegen St. Privat los, ohne daß genügende Artilleriebeschießung vorangegangen wäre. Der mit edelster Manneszucht und heroischer Hingebung durchgeführte, leider taktisch recht mangelhaft geleitete Ansturm zerschellte 500 Schritt vor dem Bollwerk Canroberts am entsetzlichen Massenfeuer. Fast eine volle Stunde mußten die Garden im freien Felde ausharren, bis die Umgehung der Sachsen ausreichte. Seitwärts im freien Felde zwischen St. Privat und Roncourt tobte bis dahin ein heißer Kampf. Das 94. Regt. der Div. Lafont, das mit Verlust von 10 Off. 300 Mann aus St. Marie vertrieben war, das 91., ferner das 9. waren durch Brigade Péchot verstärkt worden. Jetzt zog auch die andere Brigade Tixiers, Dais, die bis dahin östlich von Gibon bei Jerusalem stand, dorthin und das berühmte 12. Rgt. machte sich noch kräftig bemerkbar, während das 100. laut Verlustliste sich gedrückt zu haben scheint. Es half alles nichts mehr, Roncourt fiel und die Sachsen umspannten

St. Privat um 7 Uhr, das von den Garden nun mit wahrem Berserkerzorn erstürmt ward. 260 deutsche Geschütze hatten vorher das Dorf bearbeitet. Canrobert, gedeckt durch eine rückwärtige Nachhut Péchots am Wald von Jaumont, zog in Verwirrung ab, seine Batterien schlossen sich 4 der Gardeartillerie an, die soeben beim Steinbruch von Amanvillers auffuhr. Umsonst hatten Ladmirault und Canrobert unablässig gefleht, ihnen die Garde zu schicken, und als Bourbaki aus eigener Initiative um 6½ Uhr erschien, machte er Ladmirault Vorwürfe, ihn in Niederlage verwickelt zu haben. Er ließ nur die zwei Bataillone Gardezuaven am Steinbruch und machte sich aus dem Staube. Alles war aus. Denn die 4. Gardebrigade setzte ihren Heldenwillen dennoch durch und wies einen gewaltigen Vorstoß Cisseys mit 7 Bataillonen (57. und 1. rechts und links, I 6 in der Mitte) derart ab, daß sofortiger Rückzug nöthig wurde. Brigade Goldberg zog zuerst nach Bois de Saulny ab, Brigade Brayer später hinter der Reservestellung Bellecourts weg nach Süden, wo 2 Batterien Artilleriereserve von Bazaine endlich erschienen. Diese — nicht „eine Gardebatterie", wie das Historique des 64. Rgts. meldet — waren es wohl auch, die hinter Amanvillers auffuhren und das Vordringen der Artillerie IX. Korps mäßigten. 10 Bataillone Lorencez und zwei des 64. Rgts. hielten dort bis zur Nacht die Front fest, wie in der Flanke vier Bataillone Pradier und das 95. Rgt. der Brigade Clinchan mit 4 Batterien. Die ganze übrige Artillerie sammelte sich in den Steinbrüchen, wo im ganzen nur 7 Gardebatterien feuerten. (Hiernach müssen deutsche Berichte vom Ankommen der Grenadiere Picards, der ganzen Garde- und Armeereserveartillerie berichtigt werden.)

Die Franzosen hatten zwar überall sonst ihre Stellungen behauptet, doch die Entblößung der Flanke zwang zu nächtlicher Räumung. Ihre offizielle Verlustliste giebt 12 270 an, wovon 2000 Gefangene in St. Privat, die deutsche 20 159 Köpfe. Die Rheinarmee verfeuerte 2¼ Millionen Gewehrpatronen und 50 000 Kanonen- und Mitrailleusenschüsse (angeblich nur 22 060 Granatschüsse); das sächsische Korps soll allein 1⅛ Mill. Patronen verschossen haben, die deutsche Artillerie 34 850. Die 4. Gardebrigade verlor 42 Prozent, das Gardekorps im Ganzen 30 Prozent, weit mehr als Canrobert bei Vionville (21 Prozent). Es feuerten nur 398 französische gegen 628 (von 732) deutsche Geschütze, dagegen 83 500 (von 102 000) französische gegen 110 000 (von rund 180 000) deutsche Gewehre. Ein Kenner darf hieraus mancherlei unliebsame Schlüsse ziehen.

Bazaine markirte mittlerweile weit hinten im Fort Plappeville schon Mittags die Stellungen seinem Stabschef, die er am 19. in Metz beziehen wolle!!. Mit dieser einen historischen Feststellung bricht schon die Legende zusammen, als ob der bloße Fall von St. Privat die Rheinarmee gezwungen habe, nach Metz hineinzugehen! Da jedoch Bazaine nicht durchbrechen wollte, so

war hiermit der Feldzug entschieden. Denn selbst ein wirkliches Nahen der Entsatzarmee Mac Mahons hätte ja nur die gleiche Katastrophe gezeitigt, da ohne energische Beihülfe Bazaines selber dann immer die isolirte Entsatzarmee zwischen übermächtigen Heeren zerrieben worden wäre. Die Sedan-Operation mögen wir als ein jedem Kind bekanntes Begebniß nicht mehr schildern. Vor den Generalsalven der deutschen Feuerschlünde, die vom Amphitheater aus die deckungslose Kessel-Armee kreuz und quer fegten, wehte die weiße Flagge der Waffenstreckung. Ob sich nun fernerhin Paris und der Provinzdiktator Gambetta wie Rasende wehrten, ersteres durch zähe Ausdauer, letzterer durch phänomenales Organisationsgenie und die aus dem Boden gestampften Milizmassen durch Bravour und Offensivfähigkeit die Welt in Staunen setzten, — mit dem Fall von Metz wurden alle Entsatzversuche aussichtslos, sobald Friedrich Karls Armee dort freigeworden war. Beaune, Loigny, Orleans, Beaugency, Le Mans bezeichnen die Etappen der Loirearmee Chanzys, wie Hallue, Bapaume, St. Quentin für die Nordarmee Faidherbes und Belfort, Pontarlier für die phantastische Ostarmee Bourbakis: Etappen, durch welche sich die rückwärtige Bewegung, von Paris abgetrieben, kennzeichnet. Die Ausfallschlachten bei Champigny und Mont Valerien, schlecht vorbereitet, zersplitterten ohne Ergebniß. Mit Paris kapitulirte auch das ganze bisherige Militärprestige des napoleonischen Frankreich.

Man darf eben nicht vergessen, daß kriegsgeschichtliche Forschung erst allmählich ein richtiges Bild der Thatsachen liefert. Ganze Bibliotheken liegen über Napoleonische Feldzüge vor und doch widersprechen sich oft genug ausländische und französische Quellen. Um nur e i n Beispiel zu bieten: Daß am 18. Oktober 1813 eine machtvolle Attake des 1. Kavalleriekorps die „Reserven" der Verbündeten gesprengt habe, wer weiß davon in allen deutschen Berichten! Und doch dürfen wir der Angabe nicht Glaubwürdigkeit absprechen, weil man nachher in jener Gegend viele Pferdekadaver fand, wie schon Sporschill hervorhob und meinte: es scheine dort eine Attacke stattgefunden zu haben. Ebenso bringen Marbots Denkwürdigkeiten Einleuchtendes über die so viel besprochene Sprengung der Elsterbrücke zur Entlastung Napoleons und zur Belastung Berthiers, was zum Nachdenken auffordert. Die neueste französische Militärlitteratur befleißigt sich entschiedener Objektivität und Wahrheitsliebe, spart aber ihre Legendenfähigkeit immer noch für die Befreiungskriege auf, wo sie bei Lützen 105 000 und bei Bautzen 160 000 Verbündete fechten läßt und ihnen größeren Verlust als den Franzosen aufbürdet, allem Augenschein hohnsprechend! 3000 Gefangene bei Bautzen — ist denn Napoleons Wuthschrei nicht bekannt: „Solche Schlächterei und k e i n e Gefangenen?" Nur 110 000 Franzosen — und doch muß man Ney allein auf 60 000 schätzen! Aber auch außerhalb Ilion wird gesündigt, nicht nur die Franzosen lügen, und auch über 1870 bestehen noch manche chauvinistische Ansichten, denen man energisch zu Leibe gehen muß. Dies bezieht sich wieder besonders auf die Stärkeziffern, die

beiderseits je nach Belieben von der landläufigen Historie beider Parteien über- und untertrieben werden. Um mit beliebigen Einzelheiten zu beginnen: In der Reiterschlacht bei Mars la Tour soll die französische Reiterei angeblich Uebermacht gehabt haben, wobei man die deutsche auf 2400 Säbel rechnet. Aber selbst wenn der anderweitig behauptete Eskadrondurchschnitt von nur 125 Mann bei der 5. Kav.-Div. und 120 bei den Gardedragonern richtig wäre, obschon er dem Gesammtetat dieser Körper in Anlage 21 des G.-St.-W. direkt widerspricht, kämen immer noch im Ganzen 2700 Säbel heraus. Die Franzosen aber haben, wie wir heut wissen, anfangs mit sehr großer Minderzahl gefochten, und als endlich Brigade Maubranches zur Hülfe erschien, ist die deutsche Reiterei auch zurückgegangen. Oder: bei Beaune la Rolande hatte das G.-St.-W. anfangs den französischen Blutverlust viel zu gering angegeben, heut aber sieht man umgekehrt die Sache zu blutig an. Es verlor dort das besonders engagirte 3. Zuavenregiment laut amtlichem Ausweis 16 Off. 307 Mann, also höchstens 12 Prozent, während es offen angiebt, daß drei seiner Kompagnien am 16. Jan. bei Belfort 50 Prozent der Mannschaft und acht von neun Offizieren verloren: also kann der Gesammtverlust bei Beaune unmöglich so kolossal gewesen sein. Das Nämliche gilt für Loigny, wo man anfangs zu niedrige, heut viel zu hohe Verlustziffern annimmt. Was überhaupt den Haupttheil des Krieges seit 1. September betrifft, so wird es so ausgelegt, als ob die Deutschen hier unendlich weniger gelitten hätten, als durch die kaiserliche Berufsarmee. Das würde ja ganz natürlich sein, weil dort viel größere Schlachten stattfanden und dann auch die Deutschen offensiv gegen starke Positionen fochten, nachher gegen die republikanischen Heere meist defensiv. Bis 3. September hätten sie angeblich 80 000 verloren, doch sind es nur 73 000, so daß 55 000 für die Kämpfe der Republik herauskommen, da man auch spätere Cernirung von Metz aufs Konto der letzteren zu setzen hat. P r o z e n t u a l sind umgekehrt die deutschen Verluste in den Republikschlachten viel g r ö ß e r gewesen, im Einzelnen bis 35 Prozent gestiegen. Nach Meinung des Statistikers Engel sind aber all die Angaben überhaupt nicht zuverlässig, und endlich rechnet man nicht die enormen Einbußen an Kranken und Maroden, die 10 Mal größer waren, als früher gegen das reguläre Heer. Das bayr. Korps schmolz im Dezember von 17000 auf 7000 Mann, bei seiner einen Division befand sich nur noch e i n Berufshauptmann. Jedenfalls kostete die Niederwerfung der Défense Nationale 4 Monate, die der Kaiserarmee nur 4 Wochen. Die National-Armee hat später selbst einen Monat gebraucht, um die Kommune niederzuschlagen, und wenn das 36. de ligne hierbei nur 152 Mann (Oberst Davout verwundet) verloren haben will, wie wir als Kuriosum anführen, so klingt das unglaubwürdig. — Jedenfalls fochten die Volksaufgebote durchweg wie Helden, und wenn die e i n e Batterie Hartung am Calvaire d'Illy (Sedan) nur noch 11 Bediener zählte, so verhielt sich die g e s a m m t e Milizartillerie bei Cham-

pigny nicht minder standhaft. Bei der Kavallerie ermittelt man schwer den Prozentsatz der Verlustliste, weil die Etats sehr verschieden waren. Die 3. Chasseurs à cheval zählten z. B. 47 Off. 687 Mann, bei Chasseurs, Husaren, Chasseurs d' Afrique sollten durchschnittlich 600, bei den Kürassieren 500, bei Dragonern und Lanciers 400 Reiter herauskommen. Aber wenn die ursprüngliche Reservedivision Barail angeblich 2400, die spätere vermehrte Margueritte 3000 zählte, so muß man erhebliche Abstriche für die Gefechtstärke der Säbel machen, da Nichtkombattanten inbegriffen. So zählte die Kürassierbrigade Michel bei Wörth nur 900 Mann, wovon 350 der 8. und 400 der 9. Kürassiere verloren gingen; zwei Schwadronen 6. Lanciers hatten neun Zehntel der Truppe, sämmtliche Offiziere außer Gefecht. Div. Bonnemains verlor von 2000 Gemeinen über 700, von 120 Off. 35. Sogar die nicht zum Schlagen gekommenen 2. Lanciers 11 Off. 230 Mann! Doch das sind Ausnahmen, wie alle Verluste bei Wörth. Bei Beaumont war die Einbuße der 5. Kürassiere nur 11 Off. 140 Mann, die der Gardekürassiere bei Rezonville auch minder bedeutend, als man bisher angab. Die große Sedanattake kostete angeblich 80 Off. 800 Mann; bei richtig addirten Einzelangaben kommen aber nur 52 Off. 760 heraus. — Das Linieninfanterieregiment (die Afrikaner etwas stärker, die Garde noch schwächer) zählte noch nicht 2000 Gewehre, später unter Gambetta stieg es mehrfach bei Moblots aufs Doppelte. Das Massenaufgebot Gambettas brachte überhaupt 1½ Millionen Bewaffnete auf die Beine, die jedoch erst nach und nach zuströmten und von denen ein großer Theil als Nationalgarden nie ins Feuer kam. Infolge dessen hat man deutscherseits die Zahlenverhältnisse in den Loireschlachten lächerlich übertrieben, wenn man sie als 5 : 1 den deutschen siegverwöhnten Veteranen gegenüber annahm. Das wahre Verhältniß war 5 : 3½ Loigny, 2 : 1 Beaugency, 4 : 2½ Beaune, 8 : 7 Orleans. Bei Champigny 3 : 2, da niemals mehr als 35 000 französische Gewehre dort ernstlich engagirt waren. Der Raum gestattet nicht, hier Näheres mitzutheilen; genug, daß unsere Forschung feststellte, daß die deutsche Historie oft ganze französische Korps (das 17. bei Loigny, das 16. bei Beaugency) oder Divisionen mitrechnet, die gar nicht als anwesend vorhanden waren, oder wie bei Beaune inkomplette Korps (auch so das 21. bei Beaugency) in ihrer denkbar höchsten späteren Vollstärke. Selbst bei Belfort haben keineswegs 140 000, sondern 100 000 Franzosen offensiv gegen furchtbare, mit schwerem Belagerungsgeschütz versehene Stellung von 45 000 Deutschen (zu denen später noch 45 000 Manteuffel stießen) gefochten, und bei Le Mans nicht viel mehr. Der Grundfehler aller deutschen Berechnungen ist der, daß sie selbst nur Gewehre und Säbel ohne Offiziere, Artilleristen, Nichtkombattanten in den Schlachtstärkelisten führen, die Franzosen dagegen Alles in Allem, so daß z. B. die Rheinarmee am 15. August auf ca. 175 000 Mann höchstens 145 000 Gewehre und Säbel (inkl. Fortbesatzung von Metz) zählte. Die steten Redensarten von „200 000 Franzosen“ bei Metz sind in

diesem Sinne zu berichtigen. Abgesehen davon, heischen aber auch die Angaben bei den Einzeldaten erhebliche Korrektur, natürlich auch von Seiten der französischen Kriegshistorie, die auch dort riesige Uebermacht sieht, wo die Deutschen wie bei Spicheren mit nominell etwas größeren, in Wahrheit mit absolut gleichen Kräften — anfangs sogar gegen beträchtliche Uebermacht Frossarts — ihr Heldenstück vollbrachten. Selbst bei Wörth darf man nicht wörtlich nehmen, daß dort fünf deutsche Korps gegen 1½ französische fochten. Thatsächlich fochten 45 000 preußische Gewehre allein den Hauptkampf durch, unterstützt von ca. 25 000 Süddeutschen zu verschiedenen Zeiten, von denen jedoch in der Nachmittagsschlacht nur 12 000 ernstlich fochten. Mac Mahon selbst hat freilich auch nicht „54 000" gehabt, nicht mal 45 000, sondern sicher nur 40 000 — obschon nicht „35 000", wie die französische Legende behauptet. Das deutsche Uebergewicht lag hauptsächlich in 250 Kanonen gegen nur 150 französische. Den französischen Verlust nahm man deutscherseits anfangs zu bescheiden an; es scheint jedoch festzustehen, daß nur 4000 u n verwundete Gefangene in deutsche Hände fielen und über 11 000 Todte und Verwundete den herben Blutverlust des Siegers mindestens aufwogen. Es ist auch möglich, daß Bazaines offizielle Verlustangabe für den 18. August erheblich unter der Wirklichkeit bleibt. Dagegen stimmt auch die deutsche Verlustliste für den 16. nicht, da z. B. für Brigade Bredow, Gardedragoner und Artillerie die Angaben sich als zu niedrig herausstellten. Ebenso verloren wir bei St. Quentin nicht 2400, sondern 2800, bei Bapaume nicht 800 sondern 1100. Ganz chauvinistisch gefärbt waren frühere Stärkeangaben in Moltkes hinterlassenem Buch, wonach 179 000 Deutsche 180 000 (!) Franzosen am 18. geschlagen hätten; letztere waren nur 113 000, nach Anderen 116 000, nach unserer eigenen Berechnung noch 121 000 stark und hatten rund 200 000 Deutsche gegen sich. Bei Sedan schätzte man Mac Mahon auf 124 000 — stärker als er überhaupt je von Chalons abgerückt war!

Von besonderen Einzelheiten, die sich erst heute klärten, sei z. B. erwähnt, daß der berühmte Durchbruchsversuch Wimpfens bei Sedan als solcher reine Fiktion ist. Kaum 500 Gesammelte (vom 34. de ligne, II 1. Zuaven, Mariniers) versuchten eine Vorwärtsbewegung nur deshalb, weil man rückwärts am Festungsglacis keine Deckung fand. So ist auch die große Reiterattake von Floing nicht vom „General" Gallifet, der O b e r st der 3. Chasseurs d' Afrique war geleitet worden, sondern vom älteren Oberst Beauffremont, nachdem alle Generale gefallen waren. Bei dem feldzugentscheidenden Kampf um Mars la Tour wunderte man sich über Ladmiraults Einstellung weiterer Offensive, da er nach Vernichtung der 38. Brigade zweifellos die deutsche Schlachtlinie dort durchbrechen und seitwärts aufrollen konnte, und glaubte dies mit Befürchtung vor nachrückenden Verstärkungen sowie Besorgniß vor der „siegreichen" Kavallerie auf der Flanke erklären zu sollen. Letztere hat aber nur vorübergehend gesiegt und räumte nach Auftreten überlegener neuer Reitermassen

(Clerembault) langsam das Feld, vielmehr ihrerseits nach Vernichtung der 38. Brigade in der Flanke bedroht. Das Generalstabswerk — selbst die neueste kriegsgeschichtliche Einzelschrift ist noch nicht klar genug — hat den Reiterkampf zwei Stunden zu spät angesetzt, der schon vor Vernichtung der 38. Brigade endete. (Beweis: Die Meldung, seine Reiterei sei geworfen, traf Ladmirault mitten in heller Siegesfreude bei seiner über die Schlucht vordringenden Infanterie.) Der kühne umsichtige Ladmirault — aller Korpsgenerale Begabtester, obschon die bisherige Historie ihm nicht sein Recht gab — faßte schon vorher Vordringen nach Tronville ins Auge. Wenn er also jetzt im Siege sein Vorrücken einstellte, so geschah dies nur, weil der taktische Zustand der ganz durcheinander gewürfelten Division Cissey gefechtsmäßige Entwickelung westlich mindestens für eine Stunde untersagte. Er wollte daher lieber östlich durch Bois de Tronville mit Division Grenier vorgehen, fand aber dort schon den nördlichen Waldsaum von der 20. Division besetzt, deren verspätetes Vorgehen, das mit der 38. Brigade kombinirt sein sollte, ihre Isolirung und Vernichtung allein verschuldete. Derlei traurige Verirrungen der deutschen Unterführung fehlten auch am 18. nicht, nur waren sie auf französischer Seite unverhältnißmäßig häufiger. Freilich ward selten eine Schlacht mit so durchweg groben taktischen Sünden geschlagen und — gewonnen, wie die des 18. beim VII., II., IX. und Gardekorps. Sie ist gerade so wie die am 5., 14. und 16. überhaupt nicht „geleitet" worden, sondern vom blinden Ungefähr gestaltet, nach unzutreffender Disposition und unzulänglichen Direktiven. Ein Blick auf die Karte zeigt, daß schon aus rein taktischen Geländegründen der Feind nothwendig St. Privat besetzen mußte, ganz abgesehen von der strategischen Selbstverständlichkeit, daß er die dortige Straße St. Marie-Roncourt-Briey deckte. So hat denn lediglich die rasche Initiative des Kronprinzen Albert von Sachsen, welche dann Friedrich Karl energisch und einseitig noch verschärfte, knapp vor Thoresschluß die schon verlorene Defensivschlacht zu Ungunsten der Franzosen gewendet.

Zugleich erwies sich auch die innere Organisation des preußischen Systems unendlich überlegen. Intendanz, Pionirwesen, Festungsarmirung lagen bei den Franzosen ganz im Argen; ihre gut ausgebildete Artillerie besaß inferiores Material, während die deutsche obendrein musterhaft im Stile des großen Napoleon geleitet wurde. Ebenso hatte die deutsche Reiterei theils das Vorbild der amerikanischen Milizreiterei im eben verflossenen Bürgerkrieg zum Muster genommen, theils die Murat'schen Kavalleriekorps von 1805 und 1806. Zwar leistete sie keineswegs Vollkommenes, wie die Legende nach 1870 anfangs verbreitete, sondern ließ sich nach Weißenburg und Wörth wie am 15. und 17. August schwere Unzuverlässigkeit zu Schulden kommen. Dagegen zeigte sie sich besonders bei der Sedankampagne ganz auf der Höhe ihrer Aufgabe, wobei allerdings auch ihre große Ueberzahl mitsprach. Die französische wußte

nur tapfer zu sterben, alle Traditionen des Aufklärungsdienstes der Lasalle und Pajol waren verloren gegangen. Die Infanterie verstand wohl etwas gewandter zu tirailliren und auch in geschlossener Formation (3. Linie bei Wöth, Division Cissey und Clinchant bei Noisseville) geordneter zu fechten, als die deutschen Rekruten; doch erlagen diese kriegsgeübten Troupiers überall dem unbezähmbaren Kampfzorn der begeisterten Männer, die endlich im Schlachtenblut den Kitt der Einheit suchten und fanden. Obschon also die Franzosen sich schlugen wie in besten Ruhmestagen — man denke nur an Wörth, wo alle Waffengattungen in heroischem Opfermuth wetteiferten — stießen sie doch auf Gegner von ebenbürtiger angeborener Bravour, aber gespornt durch höheren moralischen Faktor, vielleicht minder anstellig in natürlicher Intelligenz, aber überlegen an sittlichem Werth, Wissen und Pflichtstrenge. Daß die Deutschen also in jedem Falle gesiegt hätten und die Partie von vornherein ungleich lag, darf man getrost versichern. Das viel bessere Chassepot wog keineswegs die numerische Obmacht auf und wurde vollends durch die unübertreffliche deutsche Artillerie ersetzt, die statt der üblichen 5 Prozent durchschnittlich 25 Prozent des Gesammtverlustes dem Feinde zufügte. Aber das Alles würde noch nicht die Katastrophen von Metz und Sedan erklären, neben denen die doch viel schwächere österreichische Armee mit ihrem Königgrätz verhältnißmäßig leidlich abschnitt. Die Erklärung ruht eben ausschließlich in der unerhörten Nichtführung dieser „berühmten" Marschälle. Während man deutscherseits über die Legende spottete, Bazaine habe „verrathen", gesteht man heute kleinlaut zu, daß sein Verhalten thatsächlich dem Verrath sehr ähnlich sah. Natürlich darf man nicht darunter verstehen, daß er sich „verkauft" und sein Heer absichtlich ausgeliefert habe; im Gegentheil baute er grade auf Erhaltung dieses Heeres seine egoistischen Zukunftspläne. Selbst Moltke schreibt: „Es scheint, als ob nur politische Rücksichten Bazaine bewogen hätten, in Metz zu bleiben." Hiermit fällt begreiflicher Weise jede Legende eines weisen Metzer Planes dahin, als ob man Bazaine durch strategisches Netz eingefangen habe. Er wollte vielmehr in Metz zernirt werden, um von dort die weitere Entwickelung, den wahrscheinlichen Sturz des Empire, lauernd abzuwarten. Es fehlt der Raum, die hundert Einzelheiten zu betonen, die über Bazaines Selbstsucht nicht den kleinsten Zweifel mehr lassen. Jeder Eingeweihte weiß, daß die deutschen Schlachtimprovisationen bei Wörth partielle, bei Spicheren, Colombey, Vionville absolute Miß-

Albert, König von Sachsen, geb. 23. 4. 1828, 1848 Hauptmann d. Art. in Schleswig, 1866 Oberbefehlshaber der mit Oesterreich verbündeten Sachsen, focht bei Gitschin u. Königgrätz, 1870 Sieg bei St. Privat, dann Oberbefehlshaber der 4. Maas-Armee bei Sedan und vor Paris, Generalfeldmarschall, folgte am 29. 10. 1873 seinem Vater, König Johann, auf dem Throne. — Literatur: Wünschmann, König A. v. Sachsen 1891; v. Schimpff, König A. 1893; Hassel, König A. von Sachsen Bd. 1 u. 2 1898—1900.

erfolge einheimsen mußten, wenn die französische Führung nur die elementarsten Feldherrnpflichten erfüllte. Gewiß steht im Gegensatz hierzu und zur unkollegialen Trägheit der Failly und Bazaine am 6. die Selbstständigkeit und kameradschaftliche Aushilfetrieb der deutschen Unterführer im schönsten Lichte da. Aber aus dieser Selbstthätigkeit einen Talisman und ein förmliches System machen, wie unkritische Erfolgtheorie seither that, dazu liegt keine Veranlassung vor. Ein General antwortete auf Unterstützungsbitte eines Kollegen: „Sagen Sie nur: Hurrah!" Ja, Hurrah ist leicht gesagt, aber es hätte recht mißtönig geklungen, wenn es bei Spicheren, Colombey und Vionville in Blut erstickt wäre. Aber natürlich, Generale, die sinnlos handeln, sind immer noch besser, als solche, die g a r n i c h t handeln — und das thaten alle französischen mit Ausnahme von Ladmirault. Letzterer griff auf eigene Faust am 14. und 16. ein und erlaubte sich, Bazaines famoses Verbot, die Nordstraße über Amanvillers zu benutzen, derart zu mißachten, daß er doch noch rechtzeitig bei Mars la Tour ankam, um den einzigen wirklichen Erfolg dieser unglückgeweihten Armee zu erzwingen. Darauf hatte Bazaine nicht gerechnet, als er seine riesigen Marschsäulen am 15. sämmtlich auf e i n e trainverfahrene Straße dirigirte, wonach natürlich jedes rechtzeitige Entkommen nach Verdun von vornherein unmöglich wurde. Bisher nahm man seine thörichte Ausrede, er habe die Nordstraßen schon von Steinmetz bedroht geglaubt, noch ernst; jetzt stellte sich neuerdings auch dies dokumentär als wissentliche Lüge heraus. Der abscheuliche Ladmirault, den er also nicht wie Leboeufs vier Divisionen den ganzen 16. herumspazieren lassen konnte, hatte ihm nun die Straße dennoch freigemacht, die er schon am 15. Abends durch Vorschiebung Frossarts bis Mars la Tour oder zur Bewachung des Defilees von Gorze hätte sichern können. Ja, sein nun versammeltes Heer hätte selbst jetzt noch am 17. den taktisch ruinirten brandenburgischen und westfälisch-hannoverschen Korps den Schlag versetzen können, der von rechtswegen schon am 15. und 16. niedersausen mußte. Er aber schlug weder zu, noch zog er auf Etain ab, sondern legte sich bequem bei Metz in Stellung, wobei er mit geradezu humoristischer Wendung seine absolut sichere Rückzugsstraße nach Norden (Briey) vertikal n e b e n seine rechte Flanke legte!! Die Deutschen folgten so liebenswürdiger Einladung und schlossen am 19. früh diese Straße zu. Da aber leider immer noch die Straße auf Diedenhofen offen blieb, sperrte der Sieger von Gravelotte — denn e r, Bazaine, siegte dort für die deutsche Leitung — sich nunmehr endgültig im Netz ein. Da man aber immer noch dieser selbstgeschaffenen Mausefalle entrinnen konnte, so demonstrirte er durch absichtlich scheiternde Ausfallpossen seinem armen Heer, daß man leider drinnen bleiben müsse. Und daß man dort verhungerte, dafür sorgte bald genug seine unglaubliche Pflichtlosigkeit. Wahrlich, die Unfähigkeit eines Braunschweig und Mack — s o n st hat Napoleon nur energische, rührige und sogar geistig hervorragende (Erzherzog Karl, Gneisenau, Wellington) Gegner bezwungen

— scheint Kinderspiel neben solcher Verruchtheit, die systematisch eine brave Armee zu Grunde richtet. Zweifellos hat Moltke aus den faustdicken Schnitzern des Gegners Vortheil gezogen und die stürmische Energie des allgemeinen rücksichtslosen Vorwärts im deutschen Heere verdient volle Anerkennung. Nur aber soll man der Wahrheit die Ehre geben und nicht einer angeblichen Strategie zuschreiben, was Glück und Zufall erwarben. Auch die Auslegung ist irrig, der tolle Angriff am 14. habe Bazaines Abmarsch verzögert und ihn so der II. Armee an die Klinge geliefert. Nun, er k o n n t e überhaupt erst am 15. abrücken, weil die Passagen in Metz verstopft waren, genau so, wie er nach der kurzen Schlacht unbehelligt that, und erst hierdurch ward er ein wenig aufgerüttelt, während er sonst auch noch den 15. vertrödelt hätte. Im Gegentheil kompromittirte man umgekehrt den Flankenmarsch der II. Armee, deren rechter Flügel aus Besorgniß stehen blieb und nach Nordosten zurückschwenkte. (Stellung des III., IX., XII. Korps bis 15. Mittags.)

Bezüglich des bewunderten Angriffs von Alvensleben, der isolirt mitten ins Wespennest am 16. hineinstieß, genügt die Feststellung, daß er n u r ein Nachhutkorps zu packen meinte, also die ganze Fabel, er habe absichtlich die ganze Rheinarmee fesseln wollen, auf Erfindung beruht. Da gleichzeitig Voigts-Rhetz' Korps weit im Westen zur Maas vorrückte, so war die II. Armee — Garde, XII., II. Korps weit zurück, IX. noch am Moselufer, I. Armee östlich vor Metz stillklebend — dermaßen zerrissen, daß selbst der ungeschickteste feindliche Vorstoß in Richtung auf Pont à Mousson das X. Korps abdrängen, dem III. eine zermalmende Niederlage bereiten mußte. Wieviel davon auf Moltkes oder bloß Friedrich Karls Rechnung kommt (der am 15. in entscheidender Krise lange vergeblich auf Direktive des Hauptquartiers wartete) — — wir möchten nicht après coup die herrlichen Erfolge vergällen: nur aber sollte man nicht eine Strategie, welche Krisen wie am 15. und später in der Sedanoperation vom 25. bis 28. erzeugt, als nachahmenswerth empfehlen. Gewiß griff Moltkes Schachspiel bei Mattsetzung Mac Mahons viel klarer und kräftiger ineinander und wird man es sicherlich der Ulm-Operation von 1805 ebenbürtig erachten. Doch auch hier verdankte man unendlich viel dem blinden Umhertappen und verhängnißvollen Zögern Mac Mahons, vermischt mit Unverantwortlichkeiten Faillys und Aufklärungssünden der Reiterei. Wie Bazaine am 15. stand Mac Mahon hier auf Innerer Linie, hätte die Maasarmee überrennen können, ehe die III. anlangte. Als aber die Aussicht auf Durchbruch durch den Ueberfall bei Beaumont unwiderbringlich dahin war, legte sich Mac Mahon in Sedan schlafen und wartete geduldig, bis man ihm die Rückzugsthür nach Mezières vor der Nase zuschlug. Allerdings haben hier Kronprinz Albert und Blumenthal beide Armeen musterhaft, obgleich überkühn, geleitet und wird diese Aktion in der Geschichte der Kriegskunst stets fortleben. Doch nicht sie schufen die rein zufällige Geländelage des Sedankessels, ja Beide haben nicht einmal am 1. Sep-

tember die entscheidende Schlacht erwartet! Alle Schlachten dieses August-Feldzuges sind improvisirt, von planmäßiger Leitung und großangelegten Plänen kann also keine Rede sein. Zwar hat sich die Legende nachher bemüht, dies gerade so wie die planlose „Selbstthätigkeit" als moderne Norm auszugeben. Der heutige Stand der Wissenschaft verwirft aber diese Variation der „zu sauren Trauben", wie denn augenblicklich eine gesundere Anschauung sich Bahn macht, die wieder ausschließlich zu Altmeister Napoleon zurückgreift.

Worin besteht denn nun der allgemeine Unterschied der modernen Schlacht von der des 18. Jahrhunderts? Da müssen wir den Großmeister der „alten" Zeit Friedrich d. Großen heranziehen und wählen als kurzes Beispiel: Collin. Friedrich hatte die österreichische Hauptarmee planmäßig (nicht zufallmäßig à la Metz) nach Prag hineingeworfen, nachdem er sie in offener Feldschlacht durchbrach und einen Flügel ganz abdrängte. Nach österreichischen Quellen entkamen etwa 13000 zu Daun, der so auf 54000 wuchs, welche Friedrichs 34000 umsonst aus fester Stellung bei Collin herauszulocken suchten. Friedrich beschloß daher, mit ganzer Wucht auf die feindliche Rechte zu fallen und so die Stellung aufzurollen. Die Lineartaktik bedingte aber so geschlossenen Zusammenhang, daß die Umgehung, die er mit Kavalleriekorps Zieten und Avantgarde Hülsen begann, nicht beweglich für sich, sondern nur in enger Angliederung an das nachrückende Gros möglich war und sich deshalb verspätete. Als um 1 Uhr Mittags Zieten die feindliche Reiterei bei Krichov warf, Hülsen um 2 Uhr den Ort nahm, sah man dort bereits Division Wied, dahinter Division Stahremberg vor sich, d. h. stieß auf eine starke rechtzeitig gebildete Gegenflanke. Als dann das Gros, um Luft zu machen, gegen die Bristwihöhen vorstieß, stürzten durch Intervallen der Kav.-Div. Benedikt Daun die Regimenter Deutschmeister, Baden und Botta der Division Sincere entgegen, die dann im Verein mit Rgt. Puebla (heut Nr. 2 Erzherzog Karl) und dem heutigen Rgt. „Moltke" Nr. 13 der Division Marschall sieben heftige Angriffe abschlugen. Hülsen und Reiterbrigade Seydlitz machte zwar auf der Flanke immer noch Fortschritte und Rgt. Deutschmeister auf Sincer's Flanke hatte bösen Stand, wobei es 33 Off. 466 Mann verlor. Aber ein großer Reiterangriff sprengte die preußische Linie, worauf Sincere mit 4 Bataillonen und sämmtlichen Grenadierregimentern einen Flankenstoß unternahm, der den Preußen den Rest gab.

In dieser wie in allen Schlachten des großen Königs — siegte er doch mit der nämlichen bei Collin gescheiterten Disposition bei Leuthen — fällt als Merkmal auf: die starre Unbeweglichkeit der Schlachtordnung. Sie erlaubte dem Angreifer zwar das völlige Versagen eines Flügels und schräges Vorrücken mit dem andern, aber bei der festen Geschlossenheit des Liniengefüges kostete dies Aufrücken nach dem Angriffsflügel, auf den allmählich alle Kräfte hingezogen wurden, sehr viel Zeit und dies erlaubte dem Vertheidiger, seinerseits dort abzu-

schwenken. Andrerseits gestattete letzterem die geringe Beweglichkeit nicht, den Aufmarsch offensiv zu stören, so daß Friedrich bei Prag eine Frontschiebung von Norden nach Süden längs der feindlichen Linie ausführen, d. h. an ihr vorbeimarschiren konnte. Die beweglichen neuen Kolonnenformen zerlegten hingegen den Heereskörper in selbständige Theile und schon bei Wattignis und Fleurus 1794 zerfiel die Schlacht in eine Reihe von Einzelgefechten. Dies sehen wir schon bei Austerlitz zu souveräner Leichtigkeit der Angriffsbewegung gesteigert, die nun auch gestattet, das feindliche Centrum zu durchstoßen, statt sich auf bloße Flügelumfassung zu versteifen. Ferner blieb die Lineartaktik durchaus vom Gelände abhängig. Napoleon aber durfte taktische Rücksichten in dem Maaße mißachten, daß er oft sogar den stärksten Punkt hauptsächlich angriff, wenn seine Bewältigung strategische Vortheile versprach; so Friedland selber in jener Schlacht, das Hochplateau von Pratzen bei Austerlitz, Neusiedel bei Wagram, die Bagrationsschanzen bei Borodino, die Kreckwitzer Höhen bei Bautzen, das Centrum bei Ligny. Noch hier im letzten Feldzug bei schon erlöschender Kraft finden wir ihn im Besitz jener sicheren Meisterschaft der Schlachtanlage, von der leider unsre Aktionen von 1866 und 1870 so wenige Spuren aufweisen. Nach Ollechs Meinung, die wir durch andre logische Untersuchungen als begründet anerkannten, wollte Napoleon dort von Anfang an das Centrum (Ligny) durchbrechen, weil er gegenüber bei Sombref das befohlene Eintreffen von 10 000 Mann Neys erwartete. Deshalb blieb seine Reserve bis zuletzt dort bei Fleurus stehen, aller Hülferufe seiner Linken von St. Amand her ungeachtet. Die Auffassung, als habe er St. Amand nehmen wollen, um Blücher von Wellington zu trennen, fällt in sich zusammen: wußte er doch, daß Ney ohnehin die Verbündeten trennte. Nur der Centrumstoß wäre wuchtig genug gewesen, die Preußen ganz und gar aus dieser Bahn zu schleudern und vom Rückzug auf Gembloux abzudrängen, so daß sie dann nothwendig auf Namur retirirten. Um sie für letztere natürliche Verbindungslinie (mit dem Rhein) besorgt zu machen, mußte Grouchys Reiterei rechts mit Zerschneidung dieser Straße drohen: hierdurch wurden dort 25 000 Thielmann von bloßer Kavallerie und Infanteriedivision Hulot den ganzen Tag lang gefesselt, so daß Blücher nur rund 60 000 in der Hauptstellung behielt, gegen welche der sonst um fast 10 000 und ohne das nicht engagirte Corps Lobau sogar 20 000 schwächere Meister auf diese Weise fast gleich stark (58 000) auftrat. Während aber Blücher sich durch den Scheinangriff bei St. Amand immer hitziger verausgabte, behielt Napoleon am Entscheidungspunkte immer noch mindestens 15 000 Veteranen (Garde und Milhaud), mit denen er endlich den schwierigen Durchbruch erzwang.

Nun wohl, solche klassische Form der Schlachtleitung, die wir im Großen bei Wagram noch imposanter sehen, wird ewig vorbildlich bleiben, auch wenn in Zukunft Millionenheere gegeneinander ringen. Daß sich der Einfluß des Feldherrn mit der Unübersichtlichkeit des Geländes mindere, daher napoleonische Schlachtentechnik bei heutigen

vergrößerten Maaßstäben nicht möglich sei, gehört zu den gleichen haltlosen Tiraden, wie die Hymne: nie habe Jemand vor Moltke solche Massen zur Schlacht vereint. Das wäre ja an sich ohnehin kein Verdienst, sintemal doch immer Raum vorhanden ist: ob für 200 000 oder 50 000, ist an sich bedeutungslos, denn die Ausdehnung der Linie wird einfach größer. Außerdem sollte man doch wissen, welche Massen bei Wagram und Leipzig im Felde standen und daß der Aufmarsch aus dem Donaudefilee ins Marchfeld überhaupt die größte aller nur irgend denkbaren Leistungen ewig bleiben wird. Wenn aber, wie einmal unserm Vorwurf zu großer Erstreckung der deutschen Linie am 18. August entgegengehalten wurde, die französische bei Wagram relativ nicht kürzer war, so überführt das Gerede, warum Moltke berechtigterweise den Ueberblick verloren habe, sich selber: denn Napoleon hat bei Wagram — ähnlich bei Leipzig zwischen Thonberg und Paunsdorf — persönlich alle wichtigen Punkte aufgesucht. Obschon dies bei Riesenschlachten der Zukunft unmöglich, so wird heut vermöge Telegraph und Feldtelephon persönliche Einwirkung des leitenden Feldherrn geradesogut aus der Ferne erfolgen können. Die künftige Strategie dürfte daher wohl gutthun, zur „veralteten“ Methode Napoleons zurückzukehren und ein wenig mit dem System der „Selbstthätigkeit der Unterführer“ aufzuräumen. Sonst würde man noch oft den Zornbrief Napoleons 1807 an Ney citiren müssen: „Ich bedarf Ihrer Initiative nicht. Niemand kennt das Geheimniß meiner Pläne und die andern haben zu gehorchen.“ Daß talentvolle Mittelmäßigkeit, um Mangel an überragender Autorität und eigenen straffen Gedankengängen zu erstrecken, den sich gegenseitig kreuzenden Wirrwarr der individuellen Absichten in ein System bringt, begreift man schon. Aber man sollte solche zerfahrene Schwäche nicht noch zum Heeres-Ideal erheben, wie der russische General Woyde in seinem bekanntn Buche.

Großartig und kunstvoll wie Napoleons Schlachten sind, stehen doch seine strategischen Operationen noch hoch darüber. Erst durch ihn hob sich das gesammte Kriegswesen auf ein solches Niveau, daß man von Kriegführung großen Styls füglich erst im 19. Jahrhundert reden darf. Friedrich, dies Napoleon so nahe Genie und doch von ihm so weit durch Spärlichkeit der Mittel getrennt, muthete seinen Truppen zwar mehrere Gewaltmärsche ersten Ranges zu, aber er war auch der einzige in einer Aera, die weder Verfolgung noch ernste Aufklärung nach Marschbeweglichkeit kannte und ängstlich an den Mehlmagazinen klebte. Gewiß hatte auch das Requisitionssystem Napoleons Schattenseiten. Aber man bewundert, wie selbst 1807 z. B. Davout durch etappenweise Herstellung von Backöfen die Truppen zu ernähren wußte. Das napoleonische System erkannte keine Hindernisse an, nicht von Menschen noch Elementen. Das 18. Jahrhundert hätte sich bekreuzt vor dem berühmten Bulletinwort: „Es regnet in Strömen, doch das hindert nicht die Gewaltmärsche der Großen Armee“. Aber für solch geniale Rücksichtslosigkeit bot die Fürsorge Ersatz, die man jetzt dem Sanitätswesen widmete. Napoleon ruhte

nicht, bis ihm nicht Larry die Ambulanzwagen schuf, diese wohlthätigste Einrichtung der Neuzeit. Heut haben Verpflegung und Aufmarsch durch die Eisenbahn ungeahnte Erleichterung gewonnen, doch hauptsächlich nur für Kriegsbeginn, da nachher in Feindesland der Fußmarsch in seine Rechte tritt und zerstörte Stränge und Tunnels schwer reparirt werden können. (Deshalb entbehrte man vor Paris bis Januar Belagerungsartillerie.) Ueberhaupt erfordert das rollende Material der Bahnen auf den Etappen, steten Reiterüberfällen ausgesetzt (vergl. Stuarts Raid gegen die Washingtonbahn im Bürgerkrieg), besondere Deckung und macht so die Verbindungslinien noch empfindlicher als früher. Für die große Verpflegungsfrage, die in Zukunft bei Millionenheeren eine brennende sein wird, bot 1870 die Probe der Cernirungen von Paris und Metz. Früher hätte man nie für möglich gehalten, daß eine cernirte Riesenstadt 4½ Monate dem Hunger widerstehen könne. Auch Metz hätte sich bis Anfang Januar halten können, wenn Bazaine passende Vorkehrungen traf. Aus diesen Kapitulationen von nie dagewesenem Umfang, neben denen die von Ulm 1805 äußerlich zwerghaft erschien, las man andererseits Schlüsse für das moderne Kriegswesen heraus, die sich keineswegs mit innerer Logik der Dinge decken. Gewiß, eine übergroße Masse, die sich in befestigten Platz einschließen läßt, muß zuletzt kapituliren, falls kein Entsatz Rettung bringt und der Cernirungsring sich unzerbrechlich zeigt. Ganz anders steht es aber, wenn man nur eine genügende Zahl dort als Besatzung beläßt, um den Angreifer zu fesseln. Hätte Bazaine, wie Moltke noch am 18. Mittags glaubte, nur ein starkes Nachhutkorps bei Metz belassen, so würde es, dort eingeschlossen, die deutsche Vorwärtsbewegung stets belästigt haben. Der gröbste Fehler der provisorischen Regierung bestand darin, alle waffenfähige Mannschaft der nächsten Provinzen und alle Cadres-Depots in Paris anzuhäufen, statt nur die nöthige Zahl zur Besetzung der Forts zu behalten und die Hauptmasse bis Mitte September zur Loire abzuschieben. Denn bei der heutigen Bedeutung der Festungsartillerie besteht die Stärke einer Festung nicht in der Zahl ihrer Besatzung — je weniger hungrige Mäuler, desto besser — und ihre Befreiung hängt ja ohnehin nur von den beweglichen Entsatzkräften ab, die im freien Felde operieren. Hätte man statt im November schon Anfang Oktober das 15. und 16. Korps an der Loire herstellen können, so würde dies unberechenbaren Einfluß geübt, ja vielleicht schon damals die sofortige Cernirung von Paris vorläufig verhindert haben. Selbst so aber schuf Gambettas Offensive dem deutschen Hauptquartier, dessen Festigkeit man in dieser Zeit einen gewissen Mißmuth anmerkt, arge Beklemmungen, die erst Bazaines verfrühte Kapitulation zerstreute. Falls Friedrich Karl nicht schon Mitte November sich der Loire näherte, hätte die Heerabtheilung des Großherzogs von Mecklenburg unmöglich der gesammten Loirearmee widerstehen können und die Cernirungslinie vor Paris, zugleich durch den „großen Ausfall" vorne bedrängt, in Flanke und Rücken gefaßt, hätte aufgehoben werden müssen. Die Behauptung, daß bei

heutiger Fernfeuerwirkung ein Ausbruch aus Festungsdefileen aussichtslos sei, läßt sich nicht aufrecht erhalten. Ducrots Ausfall hätte die Württemberger am 28. und 29. Nov. überrumpelt, plötzliche Anschwellung der Marne lähmte die Operation und am 30. waren die Deutschen alarmirt. Bazaine aber hätte bis Anfang Oktober zwar nicht mehr nach Diedenhofen nördlich, wohl aber südwestlich nach Chateau Salins durchbrechen können, wie heut feststeht. Denn jede Cernirung hat recht zweifelhaften Werth, weil sie 1) eine dem Belagerten überlegene Masse fordert und diese so lange den Feldoperationen entzieht, 2) bei ihrer äußeren Peripherie naturgemäß so dünne Linien spannt, daß ein plötzlicher concentrirter Stoß des im innerren Radius Zusamengeballten nothwendig einen schwachen Punkt durchstoßen wird. Das Bewußtsein solcher Gefahr versetzt den Belagerer in stete nervöse Spannung und Alarmirung, was dem Gesundheitszustand nicht förderlich sein kann, wie denn vor Metz bald 40 000 Kranke lagen, in Metz trotz aller Entbehrungen nur 10—20 000. Operirt aber gar noch ein Entsatzheer nahe heran, so gestaltet sich die Lage verzweifelt. Siehe die furchtbare Niederlage der Turin umlagernden Franzosen, die nun nach zwei Seiten Front machen mußten, durch Prinz Eugen 1706. Siehe auch Friedrichs Prag-Collin. Auch hier bot deshalb Bonaparte das Mustergültige, indem er 1796 wiederholt Mantuas Cernirung opferte, um nur ununterbrochen die Entsatzarmee umzurennen.

Diese Frage der „Cernirungen“, die nur als Ausnahme, nie als Regel bejaht werden darf, hängt innig zusammen mit der Grundfrage des Unterschiedes napoleonischer und neupreußischer Strategie, nämlich dem Prinzip der inneren und äußeren Linien. Weil die Anzweifeler der letzteren Methode zu überwältigende Logik ins Gefecht führten, verfiel man neuerdings auf den Einfall, überhaupt einen Unterschied zu leugnen. Wenn man sich dabei auf „Ulm“ berief, so sei betont, daß der Meister n i e w i e d e r diese Umzingelungsmethode anwandte, die schon damals beinahe mißlungen wäre — auch Mack konnte auf Ingolstadt sich durchschlagen — und die er, als seinen Prinzipien widersprechend, grundsätzlich verwarf. Er erlaubte sie sich damals nur in Folge seiner mehr als doppelten Uebermacht, wie denn von vornherein festgestellt sei: die „concentrische“ Methode, d. h. das Trennen der Heertheile zur Umfassung und Vereinung derselben erst i m Feinde — nicht v o r dem Feinde, wie Napoleon schon vor Abukir 1799 besonders predigte — ist überhaupt nur bei großer Uebermacht anwendbar, auch dann aber immer noch gefährlich. Auch bei Bautzen besaß ja Napoleon ziemliche Uebermacht, und da der getrennte Ney beim Marsch auf Berlin schon derartig stand, daß er in den Rücken der sonst fast unangreifbaren Stellung Blüchers herangelotst werden konnte, so durfte er diese Konjunktur wohl ausbeuten. Dennoch hätte Napoleon besser gethan, Ney vorher an sich zu ziehen und aus der geschlossenen vereinten Linie heraus Umfassung vorzubereiten: dann wären Neys Irrungen vermieden worden und es ist



jedenfalls ganz verfehlt, wenn man auf diese verfahrene halb-erfolglose Schlacht exemplificirt, wie dies Moltke im Memorandum an Treitschke that. Uebrigens verpönte auch Friedrich d. Große durchaus die Theilung, und wo er sie einmal wagte, bei Torgau nämlich, mißglückte der Angriff vollkommen: er ward nur durch den glücklichen Nacht-Zufall der geräumten Lücke (Süptitzer Höhen), der lebhaft an den Nebel und die Lücke von Chlum erinnert, aus mißlichster Lage gerissen. Allerdings sah sich Napoleon 1812 und 1813 zur Theilung in Armeen genöthigt, infolge besonderer geographischer oder politischer Verhältnisse. Die verschiedenen Flügelcorps umfaßten jedoch zusammen noch nicht die Hälfte seiner Macht. 1812 etwa 16 Inf. 6 Reiterdivisionen inclusive Macdonald und Victor mit ca. 170 000 Mann, während das Hauptheer 20. Inf. 15 Reiterdivisionen mit gleich 280 000 M. umfaßte; 1813 etwa 20 Inf. 11 Reiterdiv. incl. Davout mit c. 160 000, die Hauptmacht 20 Inf. 13 Reiterdiv. mit 180 000 Mann. Die centrale Hauptmacht bildete also allein den strategischen Schlager, indeß den Flügeln nur die Aufgabe zufiel, die Flanke zu decken. Von allgemeinem concentrischen Verfahren (des Aufmarsches von mehreren Richtungen nach der Mitte zu) war also keine Rede. Die „Umfassung" als solche kommt selbstverständlich bei Napoleon wie bei Moltke vor, doch sucht Ersterer meist damit den Centrumsstoß zu verbinden. Merkwürdig bleibt in dieser Hinsicht, daß er bei Aspern, trotzdem dort die östreichische Flügelkolonne bei Eßling abgeschlagen, seine hinter Eßling gestaffelten Reserven nicht überflügeln, wie heut Sitte wäre, sondern central nach Innen einschwenken ließ. Wie weit er hierin ging: bei Borodino untersagte er förmlich die Umgehung. Dagegen bevorzugte er sie strategisch insofern, als ihm das Abschneiden des Gegners von seiner Rückzugslinie von maßgebender Bedeutung war. So führte 1806 logische Entwickelung von Saalfeld und Schleiz nach Jena, von Jena nach Lübeck und Prenzlau. Diese große strategische Umgehung führt er aber wohlgemerkt stets mit geschlossener Masse aus, mit welcher er sich in halbverkehrter Front auf des Feindes Verbindung zu stellen droht und ihn so zur Schlacht in ungünstiger Lage zwingt. Auch d e f e n s i v wie Wellington 1810 die Innere Linie seiner Portugalstellung gegen die nothgedrungen äußeren Linien Massenas und Soults benutzte, weil Ersterer mit Verkennung aller Befehle Napoleons sich in weitem Bogen von Soult entfernte, sehen wir Napoleon 1814 möglichst geschlossen zwischen getrennter Feindesübermacht operiren und ist bei eigener M i n d e r zahl überhaupt n u r diese Form anwendbar; nur sie kann ein Mißverhältniß der Kräfte ausgleichen, wie dies Bazaine vom 8. bis 10. oder 15. bis 17. und Mac Mahon vom 25. bis 28. Aug. möglich gewesen wäre. Nur Oberflächlichkeit klammert sich an den äußerlichen Anschein, daß Napoleons Prinzip des Vereinens v o r dem Feind insofern nicht immer ungetrübt blieb, als auch Zusammenwirken operativ getrennter Gruppen auf dem Schlachtfeld hier und da von ihm gehandhabt wurde. Das ist nicht „Ausfluß concentrischen Vorgehens oder Hand

in Hand Gehens vermischter Systeme", sondern grade taktische Virtuosität bei strategischer Durchführung der Inneren Linie. Diese verbürgt, aber verlangt auch größtmögliche Schnelligkeit in Beherrschung von Zeit und Raum. Deshalb wurde gerade 1809, wo die Innere Linie all ihre Künste ausspielte, Lannes von einem Schlachtfeld zum andern hin und her geworfen, so daß freilich zur Vereinigung vor der Schlacht keine Zeit blieb, wenn man rechtzeitig bei dem andern den Feind fesselnden Theil (Lefebvre oder Davout) eintreffen wollte.

Was endlich Zerlegung des strategischen Vormarsches in mehrere Kolonnen betrifft — denn selbst dies hat man als eine Identität napoleonischer und neupreußischer Methode ausgegeben — so liegt es doch auf der Hand, daß es nur auf deren inneren Zusammenhang untereinander ankommt. Denn die banale Selbstverständlichkeit des Schlagworts „getrennt marschiren und vereint schlagen" hat Bonaparte schon 1794 prägnanter und bedeutender geprägt: „Sich trennen, um zu leben, sich vereinen, um zu schlagen". Je weiter vom Feind, desto fächerförmiger breiteten sich seine Marschkolonnen aus; je näher dem Feind, desto näher rückten sie selbst aneinander, zusehends mit schier mathematischer Sicherheit immer enger in sich aufschließend, bis sie endlich sofort vorm Zusammenstoß in concentrirter Masse auftraten. „Man muß in Masse vorbrechen" und dann „sein Feuer gegen einen Punkt vereinen" — das ist das große Geheimniß der Kunst. Nun hatten zwar Moltkes Studien die Nothwendigkeit der Concentration nahegelegt und so erwog er denn (laut Verdys Mittheilungen und eigener Korrespondenz) ein dichtmassirtes Vorgehen an die Mosel. Die Ausführung blieb aber derartig hinter dem Vorsatz zurück, daß genau das Umgekehrte eintraf: Je näher dem Feinde, desto weiter spannte und zersplitterte sich die gespreizte Linie.

Natürlich sind wir weit enfernt, Napoleons Unfehlbarkeit in Allem und Jedem zu proklamiren, vielmehr bereit, auch Legenden seiner angeblichen Allwissenheit zu zerstören. So hat er z. B. keineswegs, wie man allgemein glaubt, den Feind zur Offensive auf Austerlitz selber verlockt; aber um so bewundernswerther ist die Thatkraft, mit welcher er dieser überraschenden und unangenehmen Offensive entgegentrat. Auch machte er 1806 sogar einmal einen Luftstoß von Gera auf Plauen infolge irriger Meldung Soults und hielt Hohenlohe bei Jena für die Hauptmacht; seinen Brief an Talleyrand: „Alles kam genau wie ich es vorausberechnet" darf man daher nicht wörtlich nehmen. Aber daß seine drei Kolonnen sich im Schnittpunkt Jena-Weimar treffen und dort irgendwie den Feind eine Katastrophe bereiten würden, hat er doch thatsächlich erkannt und zugleich für den Fall rechtzeitigen preußischen Vordringens Anfang Oktober, ehe er selbst vereint, doppelte Rückzugslinie an die Donau oder den Mittelrhein festgelegt: die Genialität seines Verfahrens bleibt also unangetastet. Wir entnehmen neuen Dokumenten, daß er am 21. April 1809 sogar nicht wußte, wo Erzherzog Karls Hauptmacht sich

befand, den er offenbar schon ostwärts ausgewichen wähnte. Sobald er aber durchschaute, daß Davout nicht bloß „einen Schleier", sondern immer noch die Hauptmacht vor sich habe, mit welcher Schnelle und Sicherheit handelte er da! Napoleon war also zwar nicht allwissend, doch immerhin mit übernatürlicher Fähigkeit blitzschneller Intuition begabt, welche ihrerseits nur aus der Erkenntniß abstrakten Denkens entsprang. „Sagen Sie dem Marschall, die Schlacht ist gewonnen", antwortete er gelassen bei Wagram dem Hülferuf Massenas, als Alles verloren schien; „in vier Wochen bin ich in Wien", prophezeite er bei Beginn der Campagne, als er sein Heer allerorts weichend fand. Wir sehen ihn hier a n f a n g s mit nur 90 000 Mann gegen 130—150 000 Oestreicher derart umspringen, daß er mit 20 000, seiner Linken, Front nach Nordosten, die feindliche Hauptmacht hinhält, bis er deren kleinere Hälfte mit 70 000 im Centrum zerschmettert, indem er zugleich durch rasche Verschiebung der 60 000 seiner z u r ü c k g e b l i e b e n e n Rechten zu überflügeln droht. Dann wendet er sich blitzschnell gen Norden und trifft auch hier den Erzherzog nicht rechtzeitig vereint, infolge dessen er ihn übermächtig an und über die Donau drückt. So ist das noch eben so stolze und zahlreiche Feindesheer in zwei absolut getrennte Hälften zerrissen, die eine ostwärts, die größere nordwärts gedrängt, jenseits der Donau fürs erste gar nicht aktionsfähig: das Hauptobjekt Wien in der Mitte liegt völlig nackt und bloß. Erst wer diese wundervollen Manöver mit im Ganzen 150 000 Mann gegen anfangs weit überlegene, dann gleiche und im Ganzen (da die Rechte — Massena u. s. w. — nie eingriff) um ein Drittel stärkere Feindesmacht versteht, die binnen 5 Tagen auf 5 Meilen Luftlinie mit 5 Explosionen wie durch eine Dynamitbombe in der Mitte auseinandergerissen wird, dem offenbart sich das Wesen der Kunst und — der Inneren Linie. Wahr, auch Benedek stand auf Innerer Linie, ganz durchdrungen von diesem Prinzip, das seit Erzherzog Karls Schriften und dessen eignen Thaten von 1796 in Oestreich allgemeine Anhänger zählt. Aber er begriff nicht, daß gerade hierbei nur äußerste Schnelligkeit den möglichen großen Erfolg verspricht. Gewiß, allein die Kronprinzliche Armee stand auf 5 Meilen verzettelt und Benedek auf 1 Meile concentrirt, doch was half ihm das, wenn er den Feind „auf 5 Meilen-Erstreckung", wie Molke selber schreibt, immer näher heranschließen ließ? Das Wesen der Inneren Linie ist grade die bewegliche Offensive; in Defensive wird sie nur selten wirken und in diesem Sinne bemerkt Verdys Generalstabswerk über 1866 mit feinem Spott: eine umfaßte Armee stehe auch auf Innerer Linie, doch der strategische Vortheil sei dann in einen taktischen Nachtheil umgeschlagen. Aber diese Lage tritt doch nur ein, wie der treffliche Theoretiker Willisen bemerkt: „wenn der Feind thöricht genug ist, es dazu kommen zu lassen." Das z u n a h e Heranlassen der feindlichen Theilarmeen, worauf Verdy das Gewicht legt, bedeutet übrigens noch gar nichts. Auch Moreau lag 1796 dem Erzherzog Karl schon recht nahe auf dem Halse und der „taktische Nachtheil" für die Schlacht bleibt ja im Grunde schon strategisch der

gleiche: denn es ist geradeso gefährlich wie direkte taktische Umfassung, wenn das Umgehungsheer rückwärtige Verbindungslinien bedroht. Aber Karl kümmerte sich nicht um seine Rückzugslinie, ließ Moreau ruhig weiter drängen und ein österreichisches Beobachtungscorps schlagen, um sich selber mit ganzer Wucht auf Jourdan zu stürzen: so vorne Sieger, nöthigte er von selber Moreau hinter ihm zum Rückzug. Die Nähe der concentrischen Theilheere — siehe 15. und 29. August 1870 — verbürgt also an sich noch gar nicht ihren Erfolg, denn im Grunde kann es dem auf Innerer Linie Lauernden nur recht sein, wenn der Frontheil des Gegners sich zu nahe heranwagt, so daß man ihn rasch isolirt fassen kann. Nicht die berühmte Umfassung hat Benedek und Mac Mahon ruinirt, sondern daß sie nicht energisch zur Offensive (am 2. Juli 1866 und 27. Aug. 1870) schritten, wo sie mit großer Uebermacht den Frontfeind schlagen konnten. Zu unserm anderswo gedruckten Satz „Es brauchte nur ein Anderer an Stelle Benedeks zu stehen u. s. w." bemerkte Artilleriehauptmann Moch („L'armée d'une démocratie"): „C'est une remarque classique. L'archiduc Albrecht battit les Italiens à Custozza comme Benedek aurait dû battre les Prussiens". Nun, ganz so wäre die Sache nicht verlaufen, das verhinderten Zündnadel und größere Tüchtigkeit der Preußen. Doch glich diesen Unterschied die enorme Uebermacht der Italienischen Armee aus, so daß Erzherzog Albrechts glänzende nicht genug zu rühmende Operation neuerdings bewies, wie Minderzahl nur durch Innere Linie Erfolge erreichen kann. Nein, die großen Grundgesetze des Krieges ändern sich nie, auch nicht durch den ungeheuren Aufschwung der Waffentechnik im letzten Viertel des Jahrhunderts. Obschon mit Berechnung aller einschlägigen Faktoren (Schnellfeuergeschütze, modernstes Shrapnel, Sprengbomben — Repetir-Magazin-Gewehr kleinsten Kalibers von 7—5 Millimeter, Maximrohre) theoretisch genommen heutige Feuerwirkung das

Wilhelm I., Friedrich Ludwig, deutscher Kaiser und König von Preußen, geb. 22. 3. 1797, machte 1814 den Feldzug mit, 1825 Kommandeur des Gardekorps, begab sich 1848 nach England, unterdrückte 1849 die badische Revolution, seit 23. 7. 1857 Stellvertreter seines erkrankten Bruders, König Friedrich Wilhelm IV., übernahm 7. 10. 1858 die Regentschaft, und bestieg am 2. 1. 1861 den preußischen Thron, am 18. 10. 1861 zu Königsberg gekrönt, berief 1862 unter Bismarck ein neues Ministerium, Armeereorganisation, befreite 1864 Schleswig-Holstein von dänischer Herrschaft, 1866 Krieg mit Oesterreich, 1867 Präsident des Norddeutschen Bundes, 1870 Krieg mit Frankreich, proklamirte sich 18. 1. 1871 in Versailles als deutscher Kaiser. Starb am 9. 3. 1888. — Werke u. Briefwechsel: Militairische Schriften 1821—65, 2 Bde. 1897; Kaiser W.s I. politische Korrespondenz 1890. — Literatur: Natzmer, Unter d. Hohenzollern 4 Bde. 1887—89; Oncken, Das Zeitalter des Kaiser W. 2 Bde 1892; Schneider, A. d. Leben Kaiser Wilhelms 3 Bde. 1888; Sybel, Begründung des Deutschen Reiches durch Kaiser Wilhelm I. 7 Bde. 1889—94; Treitschke, Zwei Kaiser 1888; Simon, Kaiser W. 1887; Erdmannsdörffer, Kaiser W. I. 1897; Marcks, Kaiser W. I. 1897.

Zwanzigfache im Vergleich zu 1870 beträgt, hat der Burenkrieg keine wesentliche Steigerung der Verluste, trotzdem die Briten oft in lächerlich ungefüger, dichter Formation angriffen, noch wesentliche Abweichungen der Taktik gezeigt. Die Buren siegten einfach durch ihre anfangs strategischen Aufstellungen innerer Linie zwischen getrennten englischen Corps und Operationsobjekten (Ladysmith, Kimberley). Klarer denn je beweist sich hier unsre unerschütterliche These, daß selbst die denkbar vollkommenste Bewaffnung und Taktik (Buren) an sich doch nur sekundär bliebe, wenn nicht richtige strategische Auffassung die Direktive giebt. Ein hingeworfener Ausspruch des russischen Generals Pusyrewski könnte hier symbolisch verallgemeinert werden. Dieser spottet nämlich darüber, daß der angeblich siebenmal größere Verlust der östreichischen Reiterei im großen Reiterkampf der Eggmühl-Verfolgung 1809 von deren bloßen Brustharnischen im Vergleich zum Vollpanzer der französischen Kürassiere herrühre: Dies hänge vielmehr nur mit dem natürlichen Verhältniß von Verfolger und Verfolgten zusammen. Sehr wahr! Nicht Waffe, sondern sonstige Gefechtslage und die damit verbundene moralische Differenz bestimmt den Ausgang der Schlachten. Mit goldenen Lettern sollte man Rüstows Wort über jedes Feldherrn Schreibtisch setzen: „Wenn die Engländer, welche an der Alma nachmittags 2 Uhr mit Miniébüchsen den Russen frontal gegenüberstanden, statt dessen Vormittags 10 Uhr mit dem alten Kuhfuß (schlechtem Vorderlader) in seiner rechten Flanke gestanden hätten“, würden dann die besiegten Russen in Seelenruhe abmarschirt sein?

Neben so vielen andern wissenschaftlichen Ruhmestiteln und technischen Errungenschaften darf das 19. Jahrhundert sich rühmen, daß erst aus seinem Schooße die wahre große Kriegskunst erwuchs und das Kriegswesen sich zu ungeahnter Fülle entfaltete: Die Massen- und Vernichtungsstrategie demokratisch entfesselter Volkskraft. Ihr ewiger unnachahmlcher Meister und Gründer bleibt der kleine Mann aus Corsika. Möchte man doch unablässig nur seine Feldzüge studiren — auch die seines Schülers Soult —, ergänzt durch die unübertreffliche Organisirungsmethode der neupreußischen Aera, wie sie, auf Scharnhorst fußend, Kaiser Wilhelm und sein ausgezeichneter Rathgeber Roon schufen. In diesen Beiden haben wir die eigentlichen Sieger zu erblicken, soweit das Verdienst Einzelner in allgemeiner Nationalerhebung in Betracht kommt, welche am Ende des Jahrhunderts das deutsche Heer zum unbestritten ersten der Welt erhoben und das bisher tonangebende französische wohl für immer von seiner oberen Stufe herabdrückten. Das Prestige war allzeit ein werthvolles Gut und die allzeit unbestrittene, doch erst heut voll anerkannte Vorzüglichkeit des deutschen Soldaten giebt die Gewähr, daß auch das 20. Jahrhundert Deutschland in ungeminderter Stärke auf der Wahlstatt finden wird, sollte das Schicksal noch einmal die Waffen des Völkerstreits klirren machen.

Das Deutsche Jahrhundert
Abtheilung IX.

Geschichte der Hygiene

im

neunzehnten Jahrhundert

von

Dr. A. Gottstein.

Berlin 1901.
Verlag von F. Schneider & Co.
H. Klinsmann.

Einleitung.

Die Hygiene stellt am Ausgange des neunzehnten Jahrhunderts eine selbstständige Wissenschaft von großem Umfange vor, welche als Gegenstand des Lehrens und Forschens eine eigene Disciplin bildet. Sie liefert ferner die in früherer Zeit fehlende Grundlage, auf welche die Maßnahmen der öffentlichen Gesundheitspflege mit ihren staatlichen und internationalen Anordnungen sich stützen; ihre Forderungen und Ergebnisse sind für zahlreiche Gebiete practischer Thätigkeit bestimmend geworden. Bei einem Rückblick von dem heutigen Stande unseres Wissens aus kann man nun leicht den Nachweis führen, daß die Grundgedanken, auf denen sich die Wissenschaft der Hygiene aufbaut, und denen sie allein ihre Entwickelung verdankt, ausschließlich ein Geistesprodukt des neunzehnten Jahrhunderts sind. Es läßt sich schließlich beweisen, daß es vor

Literatur zur Hygiene. Wissenschaftliche Werke: Cramer, Hygiene 1896. — Dammer, Handwörterbuch der öffentlichen und privaten Gesundheitspflege. 1890 bis 91. — Esmarch, Hygienisches Taschenbuch. 1896. — Eulenburg, Handbuch der öffentlichen Gesundheitspflege. 2. Auflage. 1885. Eulenberg und Bach, Schulgesundheitslehre 2 Bände. 2. Auflage. 1900. — Flügge, Grundriß der Hygiene. 4. Aufl. 1897. — Gärtner, Leitfaden der Hygiene. 3. Aufl. 1898. — Handbuch d. prakt. Gewerbe-Hygiene. Herg. v. Albrecht. 1896. — Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten, herausg. v. Pettenkofer und Ziemßen. 3 Teile: I. Individuelle Hygiene. 1882—94. II. Sociale Hygiene. 1882. II. Allg. Teil. 1882. — Handbuch der Hygiene in 10 Bänden. Herausg. v. Weyl seit 1895. — Hauser, Die gesammte Hygiene in 30 Vorträgen. 1895. — Hueppe, Handbuch der Hygiene. 1899. — Kirchner, Grundriß der Militärgesundheitspflege. 1891—96. — Lehmann, Dr. K. B. Die Methoden der praktischen Hygiene. 2. Aufl. 1901. 18—60. — Pistor, Das Gesundheitswesen in Preußen. 1895. — Prausnitz, Grundzüge der Hygiene. 3. Aufl. 1897. — Rubner, Lehrbuch der Hygiene. 6. Aufl. 1899.

dieser Zeit eine hygienische Wissenschaft überhaupt nicht gab, noch geben konnte. Es erklärt sich dies aus dem ihr zufallenden Arbeitsbereich, für welches sie in ihren leitenden Ideen sich an die eigenartige sozialpolitische Entwickelung des Jahrhunderts eng anlehnt, während sie ihre Methodik den Naturwissenschaften und der modernen Medizin entnommen hat. Ja während die ersten drei Viertel des Jahrhunderts lediglich der Ansammlung einer Reihe neuer Erfahrungen und Kenntnisse dienten, die als gelegentliche Produkte des Fortschritts anderer Disziplinen sich zufällig ergaben, fällt die Zusammenfassung dieser Kenntnisse zu einer eigenen Wissenschaft mit einheitlichen Grundgedanken sogar ausschliesslich in das letzte Viertel des abgelaufenen Jahrhunderts.

Zwar verfügte schon die Kultur einiger Völker des Alterthums über eine bestimmte Summe von Erfahrungen in der Fürsorge für die Gesundheit der Staatsangehörigen, und diese Erfahrungen wurden von den Staatsleitungen in der Form von öffentlichen Verordnungen und Gesetzen geltend gemacht; zuweilen nahmen diese Gesetze dem Geiste der Völker entsprechend die Gestalt religiöser Satzungen an. Es seien nur hier die Vorschriften der mosaischen Gesetzgebung für die öffentliche und private Gesundheit erwähnt; es sei der gewaltigen Römerbauten für Wasserversorgung, Kanalisation und öffentliche Bäder gedacht, deren Reste uns heute noch imponieren dürfen. Daß auch die Griechen auf diesem Gebiete weiter vorgeschritten waren, als man bisher annahm, haben neue Untersuchungen von F. Hueppe überzeugend nachgewiesen. Aber zwischen diesen Bethätigungen und der modernen Hygiene besteht keinerlei innerer Zusammenhang; denn alle diese Errungenschaften, mehr noch aber der Geist der Fürsorge der Gesammtheit für die Gesundheit der einzelnen Stammesgenossen, gingen in den Wirren der Völkerwanderung verloren. Die Zertrümmerung großer Kulturvölker, die Vernichtung des Besitzes, die Verödung der bebauten Ländereien waren so antisoziale Vorgänge, daß sie für Maßnahmen

— Uffelmann, Handbuch d. Hygiene. 1890. — Wernich u. Wehmer, Lehrb. d. öffentl. Gesundheitswesens. 1894.

Gemeinverständliche Werke: Bock, Kleine Gesundheitslehre. 7. Aufl. 1890. — Erismann, Gesundheitspflege für Gebildete aller Stände. 3. Aufl. 1895. — Gesundheitsbüchlein, bearbeitet im Kaiserl. Gesundheitsamt. 3. Aufl. 1899. — Reimann, Gesundheitslehre. 1877. — Ruff, Ill. Gesundheitslexicon. 5. Aufl. Straßbg. 1893. — Sonderegger, Vorposten der Gesundheitspflege. 4. Aufl. 1893.

Zeitschriften. Archiv für Hygiene. Organ der Pettenkofer'schen Schule. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Organ der Koch'schen Schule. Centralblatt für öffentliche Gesundheitspflege. Gesundheitsingenieur. Hygienische Rundschau. Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen auf dem Gebiete der Hygiene, herausgegeben von Wehmer (früher Uffelmann).

volkserhaltender Thätigkeit keinen Raum boten; zudem ließen verheerende Kriege und ganz neue mörderische Seuchen jede Fürsorge für das Leben doch vergeblich erscheinen. Das Mittelalter mit seiner asketischen und dabei allen Erfahrungswissenschaften feindlichen Richtung war nicht geeignet, eine Forschungsrichtung entstehen zu lassen, deren Ziel die Erhaltung des körperlichen Wohles war. Zwar hätten wahrlich die neuen Formen der Menschenanhäufung, welche die Gesellschaft wenigstens in der nördlichen Hälfte Europas durch die Städtegründung annahm, das Entstehen einer hygienischen Praxis außerordentlich nahegelegt. Denn die klimatischen und politischen Verhältnisse bedingten eine ganz andere Art des Städtebaues, als sie das klassische Alterthum kannte; außerdem erwuchsen noch besondere Schwierigkeiten in der Versorgung mit Nahrungsmitteln während des Winters. Durch diese Umstände bildeten sich aber ganz neue Gefahren für die Gesundheit heraus, deren Quelle nicht in dem Thun und Lassen des Einzelnen, sondern gerade in der neuen Form des Zusammenlebens zu suchen war und denen zu begegnen als eine dringende und naheliegende Forderung sich hätte ergeben müssen. Aber die Sorge für den Schutz gegen äußere Gefahr und für materielles Wohlergehen schien sogar jedes Verständniß für die auf gesundheitlichem Gebiete herrschenden Mißstände vollkommen ertödtet zu haben. Für einen modernen Menschen erscheinen die geschichtlich beglaubigten Zustände, die durch das ganze Mittelalter bis in die ersten Jahrhunderte der Neuzeit herrschten, geradezu unfaßlich. Diese groben Unterlassungen der einfachsten Forderungen auch nur der Reinlichkeit wirkten so nachhaltig, daß viele größere deutsche Gemeinwesen noch heute an den Folgen zu tragen haben, die auf die Städteanlage des Mittelalters und auf dessen Lebensgewohnheiten zurückführen und deren gesundheitsschädliche Wirkungen zu beseitigen noch jetzt erhebliche Kosten verursacht. Es ist daher nicht wunderbar, daß in diesen im Mittelalter entstandenen Städten das Verhältniß zwischen Geburten und Sterbezahl für Jahrhunderte ein negatives war. Ohne Zuzug vom Lande, beschränkt auf den eigenen Nachwuchs, wären diese Städte eben dem Aussterben verfallen. Wenn es heißt, daß erst die Noth zu Abwehrmaßregeln treibt, so scheint es niemals die stets vorhandene und gewohnte Noth zu sein, die vielmehr blind und stumpf macht; Reaktionen ruft meist nur das akut einsetzende unbekannte und katastrophenartige Ereigniß hervor. Dann tauchen stets neue Rathschläge in ungewohnter Zahl auf. So zeigt es sich auch im Mittelalter, daß nur die zahlreichen entsetzlichen Seuchenausbrüche, wie die Pocken, der Aussatz, der schwarze Tod und zuletzt die pandemische Ausbreitung der Syphilis, die Bevölkerung aus ihrer Gleichgültigkeit aufrüttelten; hier war es eben zu offenkundig, welche Gefahr für Alle das Leiden des Einzelnen heraufbeschwor. Wenn man will, kann man die damaligen Versuche zur Bekämpfung der Volksseuchen mit den Anfängen der heutigen Hygiene in einen lockeren Zusammenhang

bringen. Denn von da ab bis in die neueste Zeit ging die Sorge für die allgemeine Gesundheit von den Maßnahmen zur Seuchenbekämpfung aus oder beschränkte sich sogar lediglich auf sie. Und auch heute noch bildet diese Aufgabe den Haupttheil hygienischer Forschung und Praxis. Die Leistungen des Mittelalters begrenzten sich freilich bis weit in die Neuzeit hinein überwiegend auf die Fürsorge für die Erkrankten, bei der Aerzte und religiöse Gemeinschaften Hervorragendes leisteten. Die Maßnahmen der Behörde kannten meist nur die Absperrung; sonst stützten sie sich auf Theorieen, die mehr der Philosophie und Theologie als der Beobachtung ihren Ursprung verdankten, oder sie waren oft mehr sozialpolitischer als hygienischer Natur. Lediglich die Isolierung der Aussätzigen in eigenen Leproserien ganz wie im Alterthum war eine Maßregel rein hygienischen Charakters, denn sie bezweckte nicht so sehr die Fürsorge für die Erkrankten, als durch deren Absonderung vornehmlich den Schutz der gesunden Bevölkerung. Freilich wenn wir von unserem heutigen Standpunkte aus die derzeit gegen die Seuchen getroffenen Maßnahmen als gänzlich unzulänglich betrachten, so darf umgekehrt der Historiker die unbeabsichtigt eintretenden umgestaltenden Einwirkungen so entsetzlicher Katastrophen nicht außer Acht lassen. Ob jener Seuchenforscher Recht hat, der den Zusammenbruch der griechischen Weltmacht in letzter Linie auf die Pest des Justinian zurückführte, oder ein anderer, der bei der Abschaffung des Priestercölibates weniger politisch-religiöse Gründe, als die Ausbreitung der Syphilisgefahr in den Vordergrund stellte, bleibe hier unerörtert. Wenn aber das deutsche Reichsseuchengesetz vom Jahre 1900 während des Herrschens gemeingefährlicher Krankheiten das Verbot der öffentlichen Bäder zuläßt, so kann es nicht Wunder nehmen, daß die enorme Verbreitung der Syphilis zu Ende des Mittelalters dem damals sehr umfangreichen Gebrauch der öffentlichen Bäder in Deutschland ein Ende machte und daß die Folgen dieser Entwöhnung sich bei uns bis in die neueste Zeit fühlbar gemacht haben. Das Mittelalter hat also oft zuweilen direkt antihygienisch gewirkt und neue Mißstände geschaffen, deren Bekämpfung erst unserer Zeit vorbehalten blieb.

Auch die ersten Jahrhunderte der neuen Zeit änderten nichts Wesentliches; Kriege, Seuchen, soziale Umwälzungen gestatteten noch immer nicht, den Werth des Menschenlebens allzu hoch einzuschätzen. Immerhin führte die Erweiterung des Erdkreises durch die Entdeckung Amerikas, die Annäherung der Länder durch gesteigerten Verkehr, zu einem erhöhten Austausch der Landesprodukte, besonders der Nahrungsmittel, welcher einen günstigen Einfluß auf die Verbesserung der Volksernährung hatte. Selbst dem achtzehnten Jahrhundert, dem „Jahrhundert der Aufklärung“, kann man nur eine Vorbereitung des Bodens für das Keimen neuer Ideen auf dem Gebiete der Hygiene zuschreiben, so groß auch sonst die Fortschritte auf anderen Gebieten gewesen. Aber sogar in dessen zweiter Hälfte,

in der unsere Dichter die Menschenliebe besangen, war die Gesundheit noch ein individueller Werth, dessen Erhaltung lediglich Aufgabe des Einzelnen blieb. Der Verlust der Gesundheit war Gegenstand mitleidiger Fürsorge und wurde noch nicht als eine Einbuße geschätzt, die mit dem Einzelnen zugleich die Gesammtheit erleidet.

Die Schutzpockenimpfung.

Nur eine einzige Großthat ist aus dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts zu verzeichnen, deren Ausnutzung aber ganz in das neunzehnte Jahrhundert bis in dessen allerneueste Zeit fällt, nämlich die Einführung der Schutzpockenimpfung durch Jenner im Jahre 1797. Diese Entdeckung und die Anerkennung ihrer Richtigkeit ist von größter Tragweite für die Forschung auf allen Gebieten der modernen Hygiene geworden; sie bildete den Stützpunkt, von dem

Daten zur Impfungsgeschichte:

1819. Einführung der Revaccination in Deutschland.

1820—1831. Einführung der obligatorischen Impfung in der preußischen Armee.

1834. Einführung der Revaccination in der preußischen Armee.

1853. Einführung der obligatorischen Impfung in der bayrischen Armee.

8. April 1874. Deutsches Reichsimpfgesetz, welches die zwangsweise Impfung und Wiederimpfung einführt.

Beweise für die Wirksamkeit der Impfung.

In der preußischen Armee kamen von 1845—1869 nur 38 Todesfälle vor, die Sterblichkeit blieb weit hinter der der Civilbevölkerung zurück. Während des Krieges 1870 war das Heer einer schweren Pockenepidemie in Frankreich ausgesetzt. Von der mehr als einer Million deutscher Krieger, die die französischen Grenzen überschritten, erkrankten 4835 und starben 278, während die französischen Blatternverluste 23 400 betrugen. Von 1871—1873 herrschte in Deutschland eine schwere Pockenepidemie (Verluste siehe unten), in der das Heer nur 51 Mann verlor. Seit April 1873 starben im deutschen Heere an Pocken nur noch 3 Mann.

In Preußen betrug der jährliche Durchschnitt der Pockensterblichkeit:

1860—1869:	66 11,9	
1871:	59 839	Epidemie.
1872:	65 107	
1873:	8 932	
1877—1885:	516,6	
1886—1894:	99,4.	

Die Hälfte der seit Einführung des Impfgesetzes vorgekommenen Fälle betrifft die östlichen Provinzen.

In Rußland starben 1891—1893: 288 120,
in Oesterreich „ 1889—1893: 37 037

Personen an den Pocken.

aus die erfolgreiche bakteriologische Forschung unserer Tage ausging. Aus diesen Gründen muß die Entdeckung von Jenner ganz der Hygiene des neunzehnten Jahrhunderts zugerechnet werden.

Die Pocken galten seit Jahrhunderten als eine endemische Seuche verheerendster Art, für welche die Bevölkerung gleichmäßig empfänglich war, deren einmaliges Ueberstehen aber in der Regel gegen eine Wiedererkrankung schützte. Durch diese erworbene Seuchenfestigkeit oder, wie der technische Ausdruck lautet, durch die erworbene Immunität, wurde sie gleich den Masern eine Krankheit der Kinder, nur ungleich gefährlicher, als diese, von der aber ebenso galt, daß sie jedes Kind einmal überstehen müsse. Die Pocken kehrten in Epidemieen wieder, die von selbst erloschen, sobald die Mehrzahl der Empfänglichen, der noch nicht Durchseuchten, ergriffen war. Erst wenn wieder eine größere Zahl von Empfänglichen sich angesammelt hatte, fand eine neue Epidemie Boden. Diese periodisch in kleineren und größeren Intervallen einsetzenden Pockenepidemien waren nicht alle gleich schwer; glücklich der, dessen Erkrankung in eine Zeit milder Seuche fiel, denn er lief weniger Gefahr und hatte doch Aussicht, dauernd gegen Neuerkrankung geschützt zu sein.

Man mied daher in den Zeiten des Herrschens milder Epidemien die Ansteckung nicht, da doch Jeder einmal erkranken mußte. Daß die Pocken sich durch direkte Uebertragung weiterverbreiteten, und daß der Ansteckungsstoff in den Pusteln enthalten war, war auch lange bekannt. So lag der Gedanke nahe, die Pocken auf Gesunde durch direkte Einimpfung des Ansteckungsstoffes zu übertragen. Diese Inoculation der Krankheit hatte zu viele Mißstände und zu wenig nachhaltige Wirkung, um nicht allmählich zahlreiche Gegner zu finden. Außerdem war sie in ihrer Grundidee unhygienisch, denn sie verlieh dem Einzelnen einen Schutz auf Kosten der Gesammtheit, die eben selbst durch Vermehrung des Ansteckungsstoffes in noch erhöhte Gefahr gerieth. In die Zeit des Niederganges dieser Methode fiel bei einer ziemlich erheblichen Ausbreitung der Pocken die Entdeckung von Jenner.

Das Prinzip dieser Entdeckung beruht darauf, daß durch die Uebertragung der Kuhpocken, einer eigenthümlichen bläschenförmigen und örtlichen Erkrankung, auf den Menschen bei künstlicher Einimpfung in die Haut dort ein ähnlicher Pustelausschlag unter

Jenner, Edward, geb. 17. Mai 1749 zu Berkeley, beschäftigte sich Anfangs in London mit beschreibenden Naturwissenschaften und Anatomie und praktizirte später als Landarzt; er starb in seiner Heimath am 26. Januar 1823. Nachdem er die Wirkung der Kuhpockenimpfung durch 25 Jahre beobachtet, vollzog er die erste Uebertragung am 14. Mai 1796 von der Hand einer Magd auf einen Knaben, Namens Phipps. Seine Entdeckung veröffentlichte er in der Abhandlung: Inquiry into the causes and effects of the Variolae-Vaccinae, a disease discovered in some of the western counties of England, particulary in Gloucestershire, and known by the name of kompox. London 1798.

geringen örtlichen Erscheinungen auftritt, der von den Pocken durchaus verschieden ist, nach dessen Abheilung aber eine Unempfänglichkeit auch gegen die natürliche Ansteckung durch Menschenpocken eintritt. Schon Jenner stellte hierbei die Theorie auf, die sich bei späteren Forschungen als richtig erwies, daß die Pocken der verschiedenen Hausthiere, besonders der Rinder und Pferde, keine originäre, für diese Thiere specifische Krankheit darstellen, sondern durch zufällige Uebertragung der menschlichen Pocken auf den Thierkörper zum Ausbruch kämen, daß diese also in der Haut des Thierkörpers eine abgeschwächte Form annähmen, die sie auch bei der Rückübertragung auf den Menschen beibehielten. Es ist wichtig an diesem Satze festzuhalten, weil er verallgemeinert, aber in sonst unveränderter Fassung die Grundlage für unsere modernen Forschungen über die künstliche Immunität der bakteriellen Krankheiten geworden ist. Auch hier wird durch Uebertragung eines künstlich abgeschwächten, der Herkunft nach aber identischen Ansteckungsstoffes die spätere Immunität erzeugt. Der historische und gedankliche Zusammenhang dieser ganz modernen Forschungen, die mit den später zu schildernden Versuchen Pasteurs zu Anfang der achtziger Jahre beginnen, wird durch zwei Umstände bewiesen. Auch Pasteur schwächte seine immunisierenden Stoffe anfänglich durch „Thierpassage" auf weniger empfängliche Thierarten ab; ja er bezeichnete seine gegen die verschiedensten Infektionskrankheiten gewonnenen Schutzstoffe ganz allgemein mit dem Namen der „Vaccins", einer Bezeichnung, die sprachlich nur für die Kuhpocken gilt, die aber ihre allgemeinere Bedeutung für den Immunisirungsstoff bis heute in Frankreich behalten hat.

Die Jennersche Entdeckung fand überall in England schnell Anklang; schon am 2. Dezember 1799 wurde in London das erste Impfinstitut unter Dr. Pearson errichtet und bis Ende 1800 waren daselbst schon über 12000 Menschen mit humanisierter Lymphe geimpft. Nächst England war es vorzugsweise Deutschland, wo die Impfung schnellen Eingang fand und vor Allem durch Sonderforschungen namhafter Aerzte wissenschaftliche und praktische Bereicherung erfuhr. Zwei wesentliche Aenderungen der Jennerschen Methode sind es namentlich, die im Laufe der Jahrzehnte zur Durchführung gelangten. Die erste ist die Einführung der Revaccination. Es stellte sich nämlich durch Beobachtungen deutscher Aerzte bald heraus, daß die Jennersche Annahme eines vollständigen, und für das ganze Leben andauernden Impfschutzes durch einmalige Impfung nicht erreicht wird. Denn es können, wie die bald im Anfang des Jahrhunderts auftretenden schweren Pockenepidemieen bewiesen, auch Geimpfte an den Pocken erkranken, obgleich bei ihnen die Krankheit meist milder und gefahrloser auftritt. Dies trifft namentlich solche Menschen, bei denen seit der Impfung schon längere Zeit verstrichen. Diese schon zu Anfang des Jahrhunderts gemachte Beobachtung wurde durch spätere Epidemieen zu Anfang der sechziger Jahre und durch

die gelegentlichen kleinen Einschleppungen vom Auslande her lediglich bestätigt. Da war es eine glückliche Hypothese, die schon in den ersten Jahren des Jahrhunderts von den deutschen Aerzten aufgestellt wurde, daß der Impfschutz nur für eine bestimmte Anzahl Jahre anhält, etwa vom fünften Jahre nach der Impfung abnimmt und etwa vom zehnten Jahre ab erlischt. Daraus entnahm man die Nothwendigkeit einer zweiten Impfung etwa 10 Jahre nach der ersten, der Revaccination, die schon vom Jahre 1819 an in Deutschland eingeführt wurde. Die zweite Aenderung war durch die Gefahren der Uebertragung ansteckender Menschenkrankheiten bei dem gewöhnlichen Vorgang der Impfung von Mensch zu Mensch nahegelegt. Hierbei kam vor Allem Syphilis und Tuberkulose in Frage. Dieser Gefahr wurde durch das Verfahren der Retrovaccine begegnet, d. h. der Rückimpfung der Kuhpocken vom geimpften Menschen auf Kälber, die nach Abnahme des Impfstoffes geschlachtet und auf ihren Gesundheitszustand untersucht werden, ehe das Material zum Verbrauch abgegeben wird. Die Impfung mit animaler Lymphe fand in Deutschland immer mehr Eingang und ist gegenwärtig durch das Gesetz als die einzig zulässige festgelegt. Um die Theorie der Impfung und des Zusammenhanges zwischen Kuhpocken und Menschenpocken, um die Technik des Verfahrens und der Gewinnung eines wirksamen thierischen Impfstoffes machten sich, ebenso wie um die Geschichte der Impfung, namentlich deutsche Aerzte verdient. Die Vaccination fand zunächst in der Armee obligatorischen Eingang, während sie für die übrige Bevölkerung dem Belieben des Einzelnen überlassen blieb. Im Jahre 1874 wurde in Deutschland ein Reichsgesetz erlassen, das die Impfung und Wiederimpfung auch für die Bevölkerung obligatorisch machte; dieses Gesetz wurde dann in der Folge wiederholt durch Ergänzungen verbessert.

Die Einwirkung der Impfung auf die Abnahme der Pockengefahr gehört zu den zahlenmäßig bestens begründeten Thatsachen. Zwar hat es an Gegnern eines ursächlichen Zusammenhanges nicht gefehlt und die Zahl der Impfgegner ist auch heute noch groß, von denen einige, wie der Berliner Arzt Böing, ihre Ansicht mit großem Geschick vertheidigen. Noch in den ersten Jahrzehnten konnte ein Zweifel einigermaßen berechtigt erscheinen, ob nicht zufällige Schwankungen im natürlichen Ablauf der Epidemieen ebenso sehr, wie die Verbreitung der Impfung, für die thatsächliche Abnahme verantwortlich gemacht werden müßten. Gegenwärtig können diese und ähnliche Einwürfe nicht mehr vor dem erdrückenden Material Stand halten. Der zwingenden Beweise für die Wirksamkeit der Impfung giebt es drei, erstens die Beobachtung an kleinen eingeschleppten Epidemieen, bei denen regelmäßig die Pocken die zufällig oder absichtlich nicht geimpften Kinder aus einer größeren Zahl unter gleichen Bedingungen lebender Individuen heraussuchen, zweitens die Statistiken deutscher Heere seit Einführung der obligatorischen

Impfung, drittens das Verhalten der Gesammtbevölkerung in Deutschland seit Erlaß des Gesetzes.

Trotzdem die Pocken eine der ansteckendsten Krankheiten sind und trotzdem gerade die Erforschung der Krankheitserreger in den letzten zwei Jahrzehnten große Fortschritte gemacht hat, ist es bis heute weder gelungen, den belebten Ansteckungsstoff der Pocken zu finden, noch für die Vorgänge bei der Schutzimpfung eine Erklärung zu geben. Soviel scheint festgestellt, daß der Träger des Ansteckungsstoffes bei den Pocken nicht zu den bisher bekannt gewordenen Krankheitserregern aus der Klasse der Bakterien gehört. Ebenso weiß man von der Pockenimmunität und zwar sowohl von der durch die wirkliche Krankheit als von der durch die Impfung erzeugten bis heute nur, daß der Vorgang ein anderer sein muß, als bei den experimentell aufgeklärten Immunisierungen.

Die Entdeckung von Jenner und ihre Durchführung in der Praxis hat für die Entwickelung der Hygiene eine mehrfache Bedeutung gewonnen. Ihres inneren Zusammenhanges mit den modernen Immunitätsforschungen ist schon gedacht worden. Ferner ermuthigte die Möglichkeit, einer Krankheit durch aktive Maßnahmen Herr zu werden, zu weiteren Versuchen und Forschungen. Dann aber ist die Umwandlung bemerkenswerth, die in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts der ursprüngliche Grundgedanke der Jennerschen Entdeckung erfuhr. Diese Umwandlung ist geradezu kennzeichnend für die Ideen, welche in der Hygiene der Neuzeit herrschend geworden sind. Was Jenner wollte, und was mit ihm die erste Hälfte des Jahrhunderts bezweckte, war eine rein individualistische Handlung, die dadurch nichts von ihrem Charakter verlor, daß sie einer Vielheit von Bedrohten zu Gute kam. Die Schutzimpfung sollte eben nur den Einzelnen, der sich ihr freiwillig unterzog, von einer ihn persönlich bedrohenden Gefahr befreien. Mit der Einführung des Impfzwanges ist das Ziel ein ganz anderes geworden. Jetzt wird an jedem Einzelindividuum ein Eingriff vorgenommen, weil nur so der beabsichtigte Zweck, die Immunisirung des ganzen Volkes, erreicht werden kann. Das Fernbleiben des Einzelnen, der die Gefahr nicht scheut, würde eben die Absicht, dem Einbruch der Seuche den Boden zu entziehen, vereiteln. Die Impfung geschieht nicht mehr, um den Einzelnen zu schützen, sondern um die nicht nur durch Lebensbedrohung große soziale Gefahr der Seuche abzuwenden. Zur Durchführung dieses Zieles geht es ohne Zwang, ohne Eingriff in die persönliche Freiheit des Einzelnen nicht ab. Auch historisch bildet die Zwangsimpfung das erste größere Beispiel eines gesetzlichen Zwanges im Interesse der Volksgesundheit. Spätere Ergebnisse der experimentellen Hygiene haben die Ausdehnung dieses Vorgehens, bei dem der Einzelne nach dem Gesetze im Interesse der Gesammtheit Opfer an persönlicher Freiheit bringen muß, noch erheblich erweitert.

Die staatliche Organisation des Sanitätswesens.

Die Frage des gesetzlichen Zwanges und des damit verbundenen Eingriffes in die persönliche Freiheit, die im Laufe der Jahre erhebliche Erweiterung erfuhr, ist von prinzipieller Bedeutung. Sie erstreckt sich nicht nur auf Eingriffe in das Verfügungsrecht über die eigene Person, sondern auch auf deren gesammte Thätigkeit. Die im Laufe der Zeit im Kampfe gegen die Volksseuchen herangezogenen staatlichen Zwangsmittel betrafen die zwangsweise persönliche Untersuchung, Absonderung und Aufenthaltsbeschränkung, die Ueberführung in Krankenanstalten, ferner die obligatorische Desinfektion, und schließlich Einschränkungen des Verkehres, wie der gewerblichen Thätigkeit im Inlande und mit dem Auslande. Die Berechtigung solchen Vorgehens läßt sich nicht rein theoretisch mit Erörterungen über die Willensfreiheit, sondern nur rein empirisch unter Berufung auf die durch zwingende und eindeutige Erfahrungen gestützte Nothwendigkeit derartiger Maßnahmen darthun. Wenn Jeder freiwillig zu persönlichen Opfern im Interesse der Gesammtheit geneigt wäre, bedürfte es natürlich keines Zwanges. Da aber stets Gleichgültigkeit, Leichtsinn und böser Wille Einzelner, sowie die Verfolgung von Sonderinteressen das ganze Prinzip durchbrechen würde, dessen Ausdehnung auf Alle die Voraussetzung des Erfolges bildet, so bleibt für die Seuchenbekämpfung, immer den erbrachten Beweis für die Nothwendigkeit vorausgesetzt, der Zwang das kleinere Uebel. Nun erkannte man aber bald, daß in jedem geordneten Staatswesen ein Eingriff in die persönliche und gewerbliche Bewegungsfreiheit ein zu schwerer ist, um nicht alle Vorkehrungen zur Vermeidung zweier Klippen zu treffen, der Erzeugung aktiven und passiven Widerstandes durch die Bevölkerung bei vermeintlich allzuharten Forderungen

Frank, Johann Peter, geb. 1745, Professor in Göttingen und Pavia, zuletzt in Wien, wo er 1821 starb. Neben vielen Fachschriften war sein Hauptwerk das „System einer vollständigen medizinischen Polizei". 6 Bände und 3 Supplemente, 1. Aufl. 1784.

Internationale Maßregeln zur Seuchenbekämpfung.

1840. Gründung des „Oberen Gesundheitsrathes" in Konstantinopel. 21 Mitglieder, darunter 12 Aerzte, mit Vertretung aller bedeutenderen Nationen. Vorsitzender: der türkische Minister des Auswärtigen. Kosten durch Seesteuer aufgebracht. Zweck: Schutz der Landesgrenzen gegen Seucheneinschleppung.

1851. Abschluß einer „Sanitätskonvention zur Abwehr der Pest, Cholera und des Gelbfiebers" zwischen Frankreich, Italien und Portugal.

1866 und 1874. Internationale Berathungen gegen Choleragefahr in Konstantinopel und Wien. Beschluß der Errichtung von Quarantainestationen an den bedrohten Punkten und Ordnung des internationalen Meldungswesens.

1881. Errichtung eines Oeffentlichen Gesundheitsrathes in Aegypten.

1885. Verbesserung der ägyptischen Quarantainestation in El Tor.

und der willkürlichen Handhabung durch untergeordnete Behörden. Daher war die Erfüllung dreier Forderungen nothwendig, erstens die Beschränkung der Maßnahmen auf das Mindestmaß des Nothwendigen, zweitens die gesetzmäßige Festlegung, drittens die Schaffung eigener verantwortlicher Behörden, welche die Durchführung der Maßregeln zu überwachen hatten. Wenn mehr gefordert wird, so steigert sich die Neigung der Bedrohten, etwaige Krankheitsfälle zu verheimlichen und es wird dann das Gegentheil des beabsichtigten Zweckes erreicht. Oder es kommt, wie so oft in Seuchenzeiten, zu fanatischen Uebergriffen der erregten Menge. Fehlt es umgekehrt an genauen gesetzlichen Bestimmungen, so können untergeordnete Behörden, wie dies die Hamburger Epidemie von 1892 wieder bewies, in der Ausdehnung der Beschränkungen weiter gehen, als die Sachlage erfordert. Fehlt es an einem in ruhigen Zeiten geschulten Personal, das eigens für die Zwecke der öffentlichen Gesundheitspflege bestimmt ist, so schweben in den Zeiten der Gefahr alle gesetzlichen Bestimmungen in der Luft. Sind aber diese drei Bedingungen erfüllt, so ist der staatliche Zwang als das kleinere Uebel zulässig. Es ist von Interesse, daß diesen Gedanken schon im Anfange des Jahrhunderts ein Mann Worte verlieh, dessen Verdienste um die Hygiene um so größer sind, als sie in jener Zeit vereinzelt dastehen. Es war Johann Peter Frank, der es im Jahre 1791 unternahm, das ganze damalige Wissen von der öffentlichen oder staatlichen Gesundheitspflege in einem „System einer vollständigen Polizei" zusammenzustellen. Das Werk umfaßt sechs Bände und drei Supplemente, die die Arbeitszeit von 1780—1827 einnahmen. Er machte in diesem Werke den Versuch, auf dem Gebiete der Gesundheitspflege unter Benutzung aller vorliegenden Erfahrungen und gesetzlichen Bestim-

1885. Internationale Sanitätskonferenz in Rom, in der die ärztliche Ueberwachung und Kontrolle des Schiffspersonals und die Verbesserung der Schiffshygiene berathen wurde. Die Landquarantainen sollten abgeschafft und durch ärztliche Verkehrsüberwachung ersetzt werden. Verseuchte Schiffe sollten festgehalten werden dürfen. Englands Widerstand verhinderte die Annahme der Beschlüsse.

1892. Internationale Konferenz zu Venedig, welche den Seeverkehr regelte und die verschiedene Behandlung der reinen, verdächtigen und verseuchten Schiffe anordnete.

1893. Internationale Konferenz zu Dresden, welche bei drohender Cholera für den Landverkehr Bestimmungen trifft. Einführung der Benachrichtigungspflicht seitens des verseuchten Landes an die anderen Regierungen. Bestimmungen über den Waarenverkehr und die Beobachtung der Reisenden. Abschaffung der Landquarantainen und der Bewegungshindernisse für gesunde Reisende.

1897. Internationale Konferenz in Venedig, welche auf den drohenden Einbruch der Pest die Bestimmungen der beiden früheren Konferenzen mit kleinen entsprechenden Aenderungen ausdehnt.

mungen das Material systematisch und kritisch zu ordnen und zu einer eigenen Wissenschaft zu erheben. Bei seinen Zeitgenossen fand er volle Anerkennung. Leider fehlen seinem Werke, dessen weiterem Ausbau die Zeitereignisse nicht günstig lagen, die genügenden empirischen Grundlagen.

Anlaß genug hätte die Zeit, in der Frank wirkte, freilich genügend geboten, um die gesetzlichen Zwangsmittel zum Wohl der Gesammtheit geltend zu machen. Denn die Bedrohung der Gesundheit durch Seuchen war ganz beträchtlich, da neben den schweren Folgen des Kriegselends und neben zahlreichen anderen Seuchen der Fleck- oder Kriegstyphus in den allerschwersten Formen in der Bevölkerung jahrelang hauste. Woran es aber fehlte, das war in den ersten zwei Jahrzehnten des Jahrhunderts die Macht des Staates, die Anfangs in den napoleonischen Kriegen, in Trümmer gegangen war, und später dringendere Aufgaben hatte, als die der Sorge um die Aufbesserung der Gesundheit. Während der Kriege gingen sogar frühere Einrichtungen verloren. Später kam die Kleinstaaterei, die ein einheitliches Vorgehen behinderte, während die Seuchen die Landesgrenze nicht berücksichtigten. Was von staatlichen Einrichtungen die Kriege überdauert hatte, wurde wenigstens in Preußen nicht weiterentwickelt. Erst die plötzlich zu Anfang des vierten Jahrzehntes ausbrechende Choleragefahr machte schließlich staatliche Maßnahmen unentbehrlich. Es wurde daher im Jahre 1835 ein Gesetz, das sogenannte Regulativ, erlassen, das die Staatsgewalt mit Vollmachten zur Bekämpfung der damals bekannten und der neu aufgetretenen Seuchen ausrüstete. Das Gesetz war für die damaligen Zeiten mustergiltig, aber es stellten sich doch schon bald Lücken ein. Diese wurden nicht durch neue gesetzliche Bestimmungen ausgefüllt, sondern es wurden den einzelnen Provinzialregierungen Vollmachten ertheilt, auf dem Verordnungswege allen neuen Gefahren im Geist des Gesetzes zu begegnen. Dieser mangelhafte Zustand der Gesetzgebung für die Seuchenbekämpfung blieb in Preußen durch lange Jahrzehnte unverändert, viel beklagt und oft gerügt von den berufenen Vertretern der öffentlichen Gesundheitspflege, wie von den Aerzten. Weder die Einigung des Reiches im Jahre 1870, noch die glänzenden Entdeckungen auf dem Gebiete der Seuchenlehre in den achtziger Jahren schufen eine Wandlung. Der einzige Fortschritt war die Errichtung des Reichsgesundheitsamtes im Jahre 1874 und die Schaffung einer Reichsstatistik für die Krankheiten und Todesfälle, die sich auf die Städte mit mehr als 20 000 Einwohner, also vorzugsweise auf die Städte mit Leichenschau beschränkte. Alle die so oft formulirten dringenden Forderungen, Abschaffung des veralteten Regulativs und Ersatz durch ein Reichsseuchengesetz, Einrichtung der obligatorischen Leichenschau, die in einigen Bundesstaaten und vielen Städten schon bestand, Einsetzung eigener Gesundheitsbeamten, blieben unberücksichtigt. Sie sind es für Preußen zum großen Theil auch heute noch. Nur statt des Reichsseuchengesetzes hat im Jahre 1900 der Reichstag

ein „Gesetz zur Bekämpfung der gemeingefährlichen Krankheiten" angenommen, welches bei dem Herannahen der Pest wenigstens die dringendsten Forderungen erfüllt. Es läßt unsere endemischen Krankheiten unberücksichtigt, bezieht sich vielmehr auf einige wenige, meist eingeschleppte Seuchen, wie Cholera, Pest, Pocken. Es giebt den Regierungen Machtmittel für diese Krankheiten an die Hand, im Uebrigen trägt es der Selbstständigkeit der Bundesstaaten in weiten Grenzen Rechnung, giebt aber dem Bundesrathe die Vollmacht, auf dem Wege der Verordnung dringenden Falles die im Gesetze für zulässig erklärten Maßnahmen auch auf andere Krankheiten auszudehnen. Im Uebrigen entspricht das neue Gesetz der Forderung, sich streng auf die bisherigen Erfahrungen zu stützen und nur das unbedingt Gebotene in Bezug auf Einschränkungsmaßnahmen zu fordern.

Erfreulicher in den Ergebnissen waren die internationalen Konferenzen zur Bekämpfung der Seuchengefahr, in denen unter hervorragender Betheiligung deutscher Forscher, wie Pettenkofer, Griesinger, August Hirsch, Robert Koch die Grundsätze festgelegt wurden, nach denen die einzelnen Länder bei den Verkehrseinschränkungen zur Verhütung der Seuchengefahr vorzugehen haben.

Bei der Schilderung der Entwickelung der staatlichen Maßnahmen gegen Seuchengefahr in Deutschland, besonders in Preußen, mußte die Langsamkeit und Unzulänglichkeit des Fortschrittes betont werden. In noch viel höherem Grade gilt aber diese Klage über Rückständigkeit für die Frage der Entwickelung von staatlichen Sanitätsbehörden, ohne deren Vorhandensein doch die Durchführung der

Griesinger, Wilhelm, geb. zu Stuttgart am 29. Juli 1817; 1843 Privatdozent, 1847 Extraordinarius in Tübingen, 1849—1850 Direktor der Poliklinik in Kiel, dann bis 1852 Leiter der medizinischen Schule in Kairo. 1854 bis 1860 Professor der inneren Medizin in Tübingen, 1860—1865 in Zürich; von 1865 bis zu seinem am 26. Oktober 1868 erfolgten Tode Leiter der psychiatrischen und Nervenklinik in Berlin. Seine Hauptarbeiten sind psychiatrischen Inhalts, so seine „Pathologie und Therapie der psychischen Krankheiten", Stuttgart 1845. Daneben sind seine klinischen Arbeiten über „Infektionskrankheiten", Virchows Handbuch der speziellen Pathologie, Band II, Erlangen 1857 und 1864, klassisch.

Hirsch, August, geb. 4. Oktober 1817 zu Danzig. Von 1844—1863 Arzt in Elbing und Danzig. Von 1863 bis zu seinem Tode am 28. Januar 1894 ordentlicher Professor der speziellen Pathologie in Berlin. Wiederholt im Auftrage der Regierung Delegierter auf Sanitätskonferenzen und Forschungsexpeditionen. Neben zahlreichen epidemiologischen und historischen Einzelarbeiten ist sein Hauptwerk „Handbuch der historisch-geographischen Pathologie", 2 Bd., Erlangen 1859—1864, 2. Aufl. 1881—1886, weltbekannt und unerreicht. Mit Virchow zusammen begründete er 1866 und redigirte bis zu seinem Tode den „Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen in der Medizin". Herausgeber des „Biographischen Lexikon der hervorragenden Aerzte aller Zeiten und Länder". Berlin und Wien 1882.

Sanitätsmaßregeln unmöglich ist. Noch heute ist die Trennung zwischen Sanitätsbeamten und Gerichtsärzten, die schon Frank forderte, wenigstens in Preußen mit Ausnahme weniger Großstädte, nicht vollzogen. Noch heute ist der preußische Physikus ein Beamter, der mit seiner Existenz auf die Einnahmen aus privater Praxis angewiesen ist, der nebenbei für minimales Entgelt und nicht selbstständig, sondern auf Aufforderung der Verwaltungsbehörden von Fall zu Fall die Durchführung der Gesetze überwacht, auf den aber in Seuchenzeiten ein übergroßes Maß von Verantwortung geladen wird. Um ein Weniges besser ist die Stellung und der Wirkungsbereich der beamteten Aerzte in einzelnen Bundesstaaten, namentlich in Bayern, Sachsen und Baden. Auch in Preußen schien endlich nach jahrzehntelangem Drängen der öffentlichen Meinung, wie der Aerzte, am Schlusse des Jahrhunderts eine Aenderung eintreten zu sollen. Nach langen Vorberathungen kam im Jahre 1900 ein Kreisarztgesetz im Landtage zur Annahme, welches wenigstens in einigen Punkten eine Besserung anzubahnen schien. Freilich wurde in Berücksichtigung der Forderungen einiger politischer Parteien ein selbstständiges Vorgehen und die Unabhängigkeit von privater ärztlicher Thätigkeit nicht zugestanden. Aber ist auch dieses Gesetz bewilligt, so steht es vorläufig auf dem Papiere, denn noch immer verhandelt man über die Ausführungsbestimmungen und es ist ganz ungewiß, wann und unter welchen finanziellen Einschränkungen es einst zur Durchführung gelangen wird. In der Anbahnung einer dringenden Forderung der Zeit, in der Heranziehung hygienischer Beamten zur Fabrikinspektion sind wir noch vollständig zurück. Noch immer ist die Fabrikinspektion zugleich mit der Aufgabe der Kesselrevision verbunden und daher Ingenieuren vorbehalten, während gerade die sogenannte soziale Gesetzgebung der Krankenkassen- und Invalidenversicherung, wie die ganze Gewerbehygiene, die Mitarbeit des Arztes dringend erfordert. Sind somit in Deutschland, besonders aber in Preußen, Unterlassungen gegenüber Forderungen zu beklagen, die fast ein Jahrhundert alt sind, so sind die Folgen dennoch nicht so schwere und die Verantwortung des Staates keine so große, wie man befürchten könnte. Denn die Einführung der Selbstverwaltung in den kommunalen Einheiten zu Beginn des Jahrhunderts wies diesen einen großen Theil der Aufgaben zu, die früher der Staat zu lösen hatte und das Aufblühen dieser Gemeinden, vor Allem der großen Städte, und der in ihren Leitungen herrschende Geist förderte die Lösung der neuen Aufgaben. Es handelte sich um tiefgehende Reformen in der Städtehygiene, deren Durchführung die Städteverwaltungen in ausgedehntester Weise freiwillig übernahmen. In der Ueberwachung und Prüfung dieser Maßnahmen, in der Verfolgung etwaiger Unterlassungen und Mißstände, hat übrigens die staatliche Medizinalverwaltung sich stets bewährt. Ja später hat sie ihren Wirkungskreis erweitert, sie hat besonders die Gefahr der Flußverunreinigung durch industrielle Abwässer eifrigst berücksichtigt, und eine Reihe neuer

gesundheitsgefährlicher Industrien durch das Gesetz konzessionspflichtig gemacht. Sie hat schließlich durch neue gesetzliche Bestimmungen über die Dauer der Arbeitszeit in gesundheitsgefährlichen Berufen, über die Beschäftigung von Frauen und Kindern einer unzulässigen Ausbeutung menschlicher Arbeitskraft vorgebeugt. Neuerdings unterstützt der Staat die Arbeiten der Kommunen auf dem Gebiete der Städtehygiene noch durch Veröffentlichung prinzipiell wichtiger Gutachten, sowie durch amtliche Prüfung neuer technischer Fortschritte.

Die Reformen der Städtehygiene.

Wenn von der Mitte des Jahrhunderts an sich in Deutschland durch die Initiative der Städteverwaltungen durchgreifende Reformen anbahnten, so bedurfte es allerdings zu deren Anregung erst einer so erschütternden Gefahr, wie es das Auftreten einer bisher unbekannten Krankheit, der Cholera, war, die in zahlreichen Epidemieen das Land, namentlich die Städte verheerte. Es bedurfte ferner eines Vorbildes, das durch das thatkräftige Vorgehen eines anderen Staates, nämlich Englands, gegeben wurde. Die Cholera, diese bisher unbekannte Krankheit, rief mehr Schrecken und Angst hervor, als viele andere Epidemieen. Das war weniger durch die Zahl der Opfer veranlaßt, als durch die begleitenden Umstände. Die Todesgefahr, die Letalität, war freilich sehr hoch, denn die Sterblichkeit betrug ungefähr 50 Prozent der Erkrankten und zwar im Anfang der Epidemie etwas mehr, später etwas weniger. Aber bei der Kürze der Seuche betrug die Zahl der Erkrankten und damit die Höhe der Verluste doch immer nur einen geringen Prozentsatz der Bevölkerung und war lange nicht so groß, wie bei anderen Seuchen. Wenn man alle Opfer zusammengerechnet, die in wiederholten Seuchenzügen in Deutschland durch die Cholera während des ganzen Jahrhunderts dahingerafft wurden, so ist deren Zahl noch immer geringer, als die

Seuchenzüge der Cholera.

Sitz der endemischen Cholera ist Vorderindien, von wo im 19. Jahrhundert 6 Seuchenzüge nach Europa stattfanden.

Die erste Pandemie begann 1817 und dauerte bis 1823; sie drang nach Osten bis China und Japan, nach Westen über Persien bis an die Grenzen Europas vor.

Die zweite Pandemie dauerte von 1826—1838. Sie ging vom Pentschab über Persien und Afghanistan nach Rußland über, kam von dort 1831 nach Polen und gleichzeitig von Persien nach Aegypten. Dann überzog sie von Osten Deutschland und Oesterreich, von Süden die Türkei, wurde von Hamburg nach England, zugleich nach Frankreich, Belgien, Norwegen und Schweden eingeschleppt. 1832 Auftreten in Nordamerika, von wo sie in den nächsten Jahren den ganzen Erdtheil überzieht.

Menge der Opfer, die unsere endemischen Seuchen, vor Allem die Lungenschwindsucht, Jahr für Jahr in einem Jahrfünft fordern. Und dennoch war man wenigstens bis vor wenigen Jahren gegen die letztere Gefahr gleichgiltig, während das Drohen der ersteren Angst und Schrecken verbreitete. Das lag also weniger an der Zahl der Todesfälle, als an den begleitenden Umständen, an der Plötzlichkeit des Ausbruchs, an der schrecklichen Form der Krankheitssymptome, an der Schnelligkeit des Ueberganges von völliger Gesundheit zum jähen Tode. Die Cholera schonte kein Lebensalter und raffte auch Greise und Kinder hinweg; aber sie vernichtete doch vor Allem einen großen Bruchtheil lebenskräftiger und schaffensfroher Elemente. Dazu kamen die ungeheuren wirthschaftlichen Nachtheile. Der Ausbruch der Seuche lähmte Handel und Erwerb, veranlaßte die Nachbarn zu energischen Absperrungsmaßregeln, um die Einschleppung zu verhüten. Die Fürsorge für die Hinterbliebenen heischte große Opfer Seitens der Gemeinden. Die wirthschaftliche Schädigung war daher auch für die verschont Gebliebenen eine große und nachhaltige. Daher zeitigte die Choleragefahr das Verlangen nach Abwehrmaßregeln, wie kaum eine andere Seuche. Zwar die erste Epidemie ließ die Bevölkerung noch wehrlos und betäubt zurück, aber schon nach der zweiten rüstete man sich. Und die folgenden Seuchen fanden ein anderes Geschlecht, das nicht nur in Epidemien Strafen des Himmels oder unabwendbare kosmische Strömungen sah, das auch nicht mehr seine Zeit in naturphilosophischen Spekulationen verlor, sondern das von naturwissenschaftlichem Geist durchdrungen in jedem Vorgange die Folgen natürlicher Wirkungen suchte und diesen durch Beobachtung und Versuch nachzugehen sich bemühte. So kam man hier bald zu der Erkenntniß, daß den neuen Gefahren neue, im Laufe der Zeit langsam angewachsene Schäden in der Entwickelung zu Grunde liegen müßten. Bei der Choleragefahr handelte es sich um die Erforschung zweier Erscheinungen, erstens um die Verbreitungsweise des unbekannten Ansteckungsstoffes und die Erforschung der Bedingungen seiner Uebertragung und Vermehrung unter der Bevölkerung: und zweitens um die Feststellung der Gründe, weshalb dieser Ansteckungsstoff auf

Dritte Pandemie mit ähnlichem Verlauf von 1846—1861. In Deutschland besonders Bayern ergriffen.

Vierte Pandemie 1863—1875 zeichnete sich durch Schnelligkeit der Ausbreitung und Zahl der Opfer aus. Kam 1865 nach Europa; Steigerung durch den Krieg 1866.

Fünfte Pandemie 1882—1887 fast ausschließlich in Südfrankreich und Italien, ganz vereinzelt in Deutschland. Expedition von R. Koch.

Sechste Pandemie 1892—1896. Hauptsächlich in Rußland und Südfrankreich. In Deutschland 1892, schwere Epidemie in Hamburg, die 1893 noch einmal schwach aufflammt. Sonst in Deutschland nur vereinzelte Fälle.

Im Jahre 1900 scheint sich in Indien langsam ein neuer Seuchenzug vorzubereiten.

einmal unter der Bevölkerung ein empfängliches Material fand. Die Lösung der ersten Aufgabe blieb einer viel späteren Zeit vorbehalten. In der zweiten war man von Anfang an glücklicher. Es konnte nicht verborgen bleiben, daß die jähe Entwickelung unserer Städte, daß das Aufblühen der Industrie zur Anhäufung von Abfallstoffen führte, in deren Beseitigung die Technik noch ungenügende Erfahrungen hatte. In den Städten hatten sich immer mehr Menschen angesammelt, während für die Beseitigung der von ihnen abgeschiedenen Abfallstoffe nichts geschehen war. Die Industrie vermehrte ganz außerordentlich die Menge zersetzter Abwässer und fester faulfähiger Substanzen. In Folge dessen war der Boden auf das Aergste verunreinigt, mit ihm die Wasserläufe und damit indirekt die Anlagen für Trinkwasserversorgung. Der verunreinigte Boden war schließlich überhaupt nicht mehr aufnahmefähig. Die Seuche machte nun bald allzudeutlich erkennbar, daß sie die Städte mit besonders verunreinigtem Boden zunächst bevorzugte, daß die am und auf dem Wasser wohnenden Bevölkerungsschichten zuerst und am stärksten betroffen wurden und daß ganz enge Beziehungen zwischen Unsauberkeit der Stadttheile und Dichtigkeit der Bevölkerung einerseits, zwischen der Höhe der Erkrankungszahl andererseits bestanden. Ja ganze große Gemeinwesen, in denen eine gute Trinkwasserversorgung neben einem von Natur reinen Boden bestand, blieben trotz wiederholter Einschleppung zeitweise oder dauernd von der Epidemie verschont. Es galt also bei den Reformen an diesen Punkten einzusetzen und Maßnahmen zur Reinhaltung des Bodens, wie zur Versorgung der Städte mit gutem Trinkwasser zu treffen. England ging mit diesen Einrichtungen bahnbrechend voraus, von der zweiten Hälfte des Jahrhunderts an folgten einzelne deutsche Großstädte erst langsam, dann in stets schnellerem Tempo und am Ende des Jahrhunderts ist unter Aufwendung von Millionen der gewaltige Plan der Städtereinigung. in den meisten deutschen Großstädten durchgeführt.

Die Probe bestand die neue Einrichtung im Jahre 1892 in schwerer Prüfung. Als von Hamburg aus die Cholera in viele große deutsche Städte eingeschleppt wurde, kam es doch in keiner zu einer größeren Epidemie. Aber die Wirkung der getroffenen Einrichtungen ging viel weiter als in dem ursprünglichen Plan gelegen.

Hygienische Literatur über Abfuhrwesen. Behring, Bekämpfung der Infektionskrankheiten. Hygienisches Teil v. Brix, Pfuhl u. Nocht 1894.—Handbuch der Hygiene, herg. von Pettenhofer-Ziemßen, Teil 2, Abt. 1, 1. Hälfte Erismann, Entfernung der Abfallstoffe. — Handbuch der Hygiene, herausg. von Weyl, Band 2, Abth. 1: Städtereinigung. — Der Städtische Tiefbau, herausg. v. Prof. Schmitt-Darmstadt, Bd. 3: Büsing, Die Städtereinigung. 1897—1901. — Virchow, Gesammelte Abhandlungen aus dem Gebiet der öffentl. Medizin Bd. 2. 1879.

Pruner, Franz, geb. 1808, gest. 1882. Professor an der medizinischen Schule von Kairo bis 1860. Bedeutender Seuchenforscher.

Denn auch andere endemische Seuchen, vor Allem der Unterleibstyphus, verloren nun auf einmal in den Großstädten von Jahr zu Jahr mehr an Boden und der gesammte Gesundheitszustand der Bevölkerung mit Ausnahme der von anderen Bedingungen abhängigen Sterblichkeit der Säuglinge besserte sich so erheblich, daß die Sterblichkeit hier auf ein bisher nie beobachtetes Mindestmaß herabging. Wenn auf diesem Wege mehr erreicht wurde, als ursprünglich beabsichtigt, so muß immer daran festgehalten werden, daß es die Choleragefahr war, die den Anlaß zur Reform der Städtehygiene gab. Schon Franz Pruner nannte daher in einer kleinen Schrift „die Weltseuche der Cholera" „eine Polizei der Natur" und C. Fränkel hob viel später hervor, daß die Hygieniker die Cholera stets mit „Einem heitern, Einem nassen Aug" scheiden sähen. Auch die Hamburger Epidemie vom Jahre 1892 beweist nur die Bedeutung des Zusammenhanges zwischen Städtehygiene und Choleraempfänglichkeit. Hamburg war zwar mit seinen Reformen vorangegangen; im Laufe der Zeit aber waren seine Einrichtungen rückständig und mangelhaft geworden. Für diese Vernachlässigung hatte die Stadt schon seit einiger Zeit durch schwere Epidemien von Unterleibstyphus zu büßen. Erst der Choleraepidemie von 1892 war es dann vorbehalten, die Aufmerksamkeit auf die begangenen Fehler zu lenken und nunmehr Abhilfe zu schaffen.

Im Einzelnen gestaltete sich die Reform der Städtehygiene in Deutschland folgendermaßen:

Was die Einrichtungen zur Entfernung der Abfallstoffe betrifft, so hatten schon große Städte des Alterthums in dieser Hinsicht mustergiltige Vorkehrungen getroffen. Im Mittelalter aber herrschte in Deutschland hierin eine so große Gleichgültigkeit, daß einfach die Stadtgräben, die Wasserläufe und der Boden benutzt wurde, um aufzunehmen, was Platz hatte. Die Folge war, daß der Untergrund der Städte eine große Abtrittsgrube und die Stadtgräben Cloaken schlimmster Art wurden. Nicht viel besser wurde es in den folgenden Jahrhunderten bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts und undichte, selten gereinigte Abtrittsgruben, primitive Abtrittsverhältnisse, Straßenrinnsteine, die ihren übelriechenden Inhalt in trägem Laufe den unterirdischen Cloaken zuwälzten, in welche Alles einverleibt wurde, dessen man sich für den Augenblick entledigen wollte, kennzeichneten fast alle größeren Städte, wie Frankfurt am Main, Berlin, Köln, Danzig u. A. Diesem Schlendrian machte England ein Ende. Unter dem Einfluß langer Parlamentsdebatten um die Mitte der dreißiger Jahre wurde dort zur Untersuchung der ganz gleichartigen Zustände Kommissionen eingesetzt, deren Berichte an das Parlament zum Erlaß der sogenannten „Act for promoting the public health" und 1848 zur Ernennung des „General board of health" und damit zu einer vollständigen Reform des staatlichen Gesundheitswesens durch Einsetzung eigener Behörden führten. Diesen Behörden wurde die Unterhaltung und Ueberwachung der Ent-

wässerungs- und Schwemmkanäle, der Einrichtungen für Beseitigung aller Abfall- und Schmutzstoffe, die obligatorische Einführung von Waterclosets u. s. w. übertragen. Gleichzeitig wurde auch mit der bisherigen Technik des Kanalbaues gebrochen. Auf Grund von Untersuchungen des Zentralgesundheitsamtes im Jahre 1852 wurde statt der bisherigen Stein- und Bausteinkanäle das System der Röhrenleitungen und statt der Einleitung der Abfälle in die Flußläufe das System der Schwemmkanalisation mit Berieselung von Aeckern eingeführt. Dieses Prinzip der Berieselung stützt sich auf das grundlegende Experiment von Bromer aus dem Jahre 1836, nach welchem der Boden die Eigenschaft besitzt, Mistjauche bei der Filtration so zu reinigen, daß sie farblos und klar abläuft. In regem Wetteifer wurde dies System in den englischen Städten überall bis zum Jahre 1870 durchgeführt. Wo eine Stadt rückständig war, hatte die Gesundheitsbehörde das Recht, im Falle einer erhöhten Sterblichkeit die Einrichtung solcher Maßregeln zu verlangen. Von Mitte des Jahrhunderts an folgte Deutschland dem englischen Vorbild und zwar zuerst Hamburg, dessen gegenwärtiges Entwässerungssystem nach dem großen Brande in der Mitte der fünfziger Jahre ausgeführt wurde. Im Jahre 1861 begann man in Berlin mit Studien, die unter Leitung des Stadtbaurathes Wiebe begonnen wurden; im Jahre 1868 gab dann Rudolf Virchow sein berühmtes Gutachten: „Kanalisation oder Abfuhr" zu Gunsten der ersteren ab und etwas später entwarf Stadtbaurath Hobrecht seine Pläne zur Anlage der Radialsysteme, deren Bau 1873 begonnen, stetig fortgesetzt und nun schon nahezu beendet worden ist. Andere Städte, wie Danzig (1869), Frankfurt am Main (1867), Breslau u. s. w. folgten. Nicht alle Großstädte führten das Kanalisationssystem ein; einige Städte besitzen möglichst dichte Abtrittsgruben oder behielten wie Heidelberg, das Tonnensystem bei. Neben diesem Schwemmsystem, welches feste und flüssige Abfallsprodukte, sowie Meteorwässer gleichzeitig abführt, besteht in einigen Orten noch das Trennungssystem, (Waring, Rothe (Potsdam), Liernur, Barbier u. s. w.) bei denen feste und flüssige Abfälle getrennt abgeleitet werden. Diese Trennungssysteme gestatten die Verarbeitung der festen Stoffe zu Poudretten und lassen leichtere Desinfektion und weiteren Transport zu; sie haben daher in neuester Zeit, in der die Großstädte enorm anwachsen und die Beschaffung von Grund und Boden für Rieselfelder immer größere Schwierigkeiten machte, wieder erhöhte Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Auch die Frage der Einleitung in die Flüsse ist aus demselben Grunde im letzten Jahrzehnt einer neuen Untersuchung unterzogen worden, und es hat sich dabei herausgestellt, daß die Frage der Reinhaltung der Flüsse von der Beschaffenheit der Senkstoffe, der Schnelligkeit der Wasserbewegung und der Wassermenge abhängig ist, daß sie aber fast stets die Anlage von Klärbecken voraussetzt, in denen die Schlammstoffe zurückgehalten und eventuell auch desinfizirt werden können. Für die meisten Flußläufe Deutsch-

lands hat sich daher die Einleitung der Abfallstoffe in die Flüsse als möglich herausgestellt. Das Bessere ist der Feind des Guten; so groß der Fortschritt war, der mit der Kanalisation erreicht wurde, so haben sich doch im Laufe der Zeit verschiedene Mißstände herausgestellt, deren Ursache zum Theil in dem rapiden Anwachsen der Städte zu suchen ist. Eine große Menge von nützlichen Stoffen geht der Landwirthschaft, besonders bei der Einleitung in die Ströme verloren, die ihr als Dünger nützlich hätten werden können. Die Rieselfelder müssen bei der Kostspieligkeit der Anlagen und des Betriebes möglichst in der Nähe der Städte sein; sie verschlingen bei dem Steigen der Bodenpreise große Summen und drohen schließlich übersättigt zu werden. Eine Infektionsgefahr durch Ueberleben spezifischer Ansteckungskeime ist nicht durchaus ausgeschlossen. Die Wissenschaft und Technik ist daher im letzten Decennium aufs Regste thätig, um neue Verfahren durchzuarbeiten, deren einige sich gegenwärtig schon im Stadium der Versuchsstation befinden. Außerdem hat man die Menge der zu beseitigenden Abfallsstoffe dadurch zu verringern gesucht, daß man nach englischen Mustern auch bei uns Verbrennungsöfen für Haus- und Straßenabfälle einrichtete, deren Produkte dann noch technische Verwerthung finden können.

Hand in Hand mit diesen Reformen ging die Frage der Wasserversorgung, die mindestens eben so wichtig ist und in der die Großstädte im Gegensatz zum Alterthum ebenfalls bis zur Mitte des Jahrhunderts rückständig geblieben waren. Die Trinkwasserversorgung beschränkte sich auf die in den Städten selbst vorhandenen Brunnen, deren Wände oft genug undicht waren und durch einsickernde Bodenverunreinigungen eine stete Krankheitsgefahr bildeten. Dabei stieg durch industrielle Anforderungen und größere Ansprüche an Komfort der Gebrauch stetig an. Dennoch kamen einige Städte ziemlich spät in den Besitz eigener Wasserleitungen, so Berlin 1856, Breslau etwas später. Die Städte, die in der glücklichen Lage waren, Gebirgsquellen zu benutzen, bedienten sich ihrer in langer, druckfreier, geschlossener Leitung, wie Wien (97 km), Frankfurt am Main (82 km), München (45 km), Danzig (20 km). Andere Städte, wie Hannover, Dresden, gewannen ihr Wasser aus den das Grundwasser aufnehmenden Sammelbrunnen oder Filtergallerien in der Nähe von Flüssen. Städte wie Breslau und Berlin benutzten Fluß- oder Seewasser, das vorher in besonderen Sandfiltern einer Reinigung unterzogen und dann durch ein Hochdruckreservoir in die Häuser geleitet wird. Nutz- und Trinkwasser werden nicht mehr getrennt. Die Sandfiltration wurde sorgfältig studirt und mehrfach verbessert entsprechend den Mißständen, die man allmählich erkannte. Die bakteriologische Forschung der achtziger Jahre stellte fest (C. Fränkel, Piefke u. s. w.), daß die Sandfiltration unter bestimmten Bedingungen, (frische Anlage der Filter, zu starker oder zu schwacher Druck, Frost) nicht ausreicht, um alle bakteriellen Verunreinigungen, speziell auch die krankheitserregenden Keime zurückzuhalten. Ver-

schiedene Seuchenausbrüche wie die der Nietlebener Choleraepidemie 1893 trotz Filteranlage, der Steigerung der Typhusfälle in Berlin zu Anfang der 90er Jahre in Folge Versagens des Stralauer Wasserwerkes wurden auf diesen Zusammenhang zurückgeführt. Gleichzeitig ermittelte die bakteriologische Prüfung, daß rationell gewonnenes Grundwasser bakterienfrei ist. Um diese Zeit gaben Oesten und Piefke, der Berliner Hydrologe, Verfahren an, um durch Lüftung das Grundwasser eisenfrei zu machen. Nach diesen Feststellungen geht gegenwärtig das Streben dahin, Großstädte mit keimfreiem Grundwasser statt des bisher benutzten Oberflächenwassers zu versorgen. Insbesondere sind augenblicklich Breslau und Berlin damit beschäftigt, ein gemischtes System der Versorgung mit beiden Wasserarten einzuführen. Der Berliner Hygieniker Th. Weyl arbeitet seit einigen Jahren gemeinsam mit Siemens und Halske an einem Verfahren, Trinkwasser durch Ozonentwicklung keimfrei herzustellen.

Im Laufe der zweiten Hälfte des Jahrhunderts hat sich also die Versorgung der deutschen Großstädte mit Wasser zu einer befriedigenden Höhe entwickelt und zugleich ihre Probe als Schutz gegen Epidemien bestanden.

Die Epidemieen des Hungertyphus und ihre Deutung durch Virchow.

Mit der Durchführung der Städtehygiene hatte man den Grundsatz anerkannt, daß die Beseitigung solcher Gefahren, deren Entstehung durch die Entwicklung der Gesellschaft, nicht durch die Schuld des Einzelnen heraufbeschworen wird, auch durch das Eintreten der Gesammtheit ins Werk gesetzt werden müsse. Die Schädigungen der Gesundheit durch den Ausbruch von Seuchen waren für die Gesellschaft eine schwere Gefahr, deren Ursache aber in Fehlern in der Entwicklung der Gesammtheit sich auffinden ließ. Mit der Erkenntniß dieses Zusammenhanges änderte sich zugleich gegenüber früheren Jahrhunderten die Art der Bekämpfung der gemeingefährlichen Krankheiten. Man wartete nicht mehr, bis sie Eingang gefunden, sondern man bemühte

Virchow, Rudolf, geb. 13. Oktober 1821 zu Schievelbein, studirte 1841—1843 in Berlin als Zögling der militärärztlichen Bildungsanstalten, 1844 Prosektor an der Charité, 1847 Privatdozent. Von 1849—1852 Professor der pathologischen Anatomie in Würzburg, seitdem als Vertreter des gleichen Fachs in Berlin. Herausgeber des von ihm begründeten „Archiv für allgemeine Pathologie und Physiologie und pathologische Anatomie". Hauptwerke: Cellularpathologie, von 1858—1871 in mehreren Auflagen. 1876 Sektionstechnik. Dreibändiges Werk über Geschwülste. Zahlreiche Einzelarbeiten zur Pathologie, Hygiene und Anthropologie, z. Th. in „Gesammelten Abhandlungen" zusammengefaßt.

sich, durch gemeinsame Arbeit ihrem Auftreten vorzubeugen. Aus jener Zeit stammt daher die Bezeichnung der Volksseuchen als der vermeidbaren Krankheiten, die ihnen zuerst englische Hygieniker gaben. Die Auffassung, daß die Seuchen die Folge und die erste Reaktion der Gesundheit des gesammten Volkes auf Mißstände sozialen Charakters sind, daß ihre Bekämpfung eine Aufgabe der Gesammtheit und nicht der Einzelindividuums sei, eine Aufgabe, deren Lösung sich die Neigungen und Interessen des Einzelindividuums im Interesse der Gesammtheit unterzuordnen haben, ist übrigens von den sozialen Forderungen und Programmen bestimmter Parteien auf politischem Gebiete durchaus unabhängig und hat mit ihnen nicht das Geringste zu thun. Sie ist lediglich das nothwendige Ergebniß praktischer Erfahrung. Bezeichnend für den fehlenden Zusammenhang mit sozialpolitischen Theorien über die Aufgaben des modernen Staates ist die Thatsache, daß diese Grundsätze der sozialen Prophylaxe ihren Ursprung aus England herleiten, dem Lande, in dem die Bürger ihre Rechte freier Bewegung so eifersüchtig wahren, wie kein anderes Volk Europas. Aber dasselbe Land, das auf dem Gebiete der individuellen Prophylaxe allen Beschränkungen des Verkehrs, die ihm zu weitgehend erscheinen, energischen Widerstand leistet, wie die Schilderungen der Entwicklung des See- und Landquarantänewesens in diesem Jahrhundert lehren, dasselbe Land, das im Schutz der persönlichen Bewegungsfreiheit so weit ging, um noch im Jahr 1897 in einer nach deutschen Erfahrungen durchaus fehlerhaften Rücksichtnahme auf die Eigenheit seiner Bewohner die Vornahme der Impfung dem Belieben der Bürger zu überlassen, trug kein Bedenken, auf dem Gebiete der sozialen Prophylaxe mit staatlichen Zwangsmaßregeln für die einzelnen Gemeinwesen vorzugehen und dabei eben den Begriff der sozialen Pathologie und Therapie zu begründen.

Handelte es sich in den vorliegenden Fällen um gesundheitliche Mißstände, welche lediglich durch normale soziale Entwickelungsfaktoren, durch das rapide Anwachsen der Städte, durch die Entstehung der Industrie, durch die Fehler früherer Jahrhunderte auf diesen Gebieten hervorgerufen waren, so bewies ein deutscher Forscher, in jugendlichem Feuer weit den Ideen seiner Zeit vorauseilend, daß dieser Grundgedanke einer Erweiterung auch auf diejenigen Zustände fähig ist, die lediglich in sozialpathologischen Mißständen ihren Grund hatten. Es war kein Geringerer als Rudolf Virchow, der 1848 den Gedanken entwickelte, daß ein innerer Zusammenhang zwischen sozialen Mißständen und vielen Volkskrankheiten bestände, und daß die Aufgabe, jenen rein körperlichen Vorgängen mit Erfolg entgegenzuarbeiten, daher nicht so sehr dem Arzte und Hygieniker, als dem Staatsmann und sozialpolitischen Reformator zufällt. Die Bedeutung von Virchow für die Entwickelung der modernen Hygiene und mehr noch für die sie leitenden Gedanken ist eine sehr hohe, die man nur wegen seiner Leistungen auf engerem medizinischem Gebiete leicht geneigt ist, zu unterschätzen. Es ist in der ganzen Richtung dieses

seltenen Mannes durchaus logisch begründet, wie gerade er, der Schöpfer der modernen pathologisch-anatomischen Systematik, der Vorkämpfer der Zellenlehre, der Mann, dessen strenge Methodik lediglich auf Beobachtung und Kritik sich aufbaut, dazu kam, schon in den ersten Jahren seiner wissenschaftlichen Thätigkeit Stellung zur Seuchenfrage zu nehmen. Die Choleraepidemien des Jahres 1849 in Berlin, die Typhusepidemien 1848 in Oberschlesien, gaben ihm reichliche Gelegenheit zur Beobachtung. Und wie groß auch die Vermehrung des thatsächlichen Wissens ist, die ihm die reine medizinische Wissenschaft hier verdankte, so hielt er seine Thätigkeit niemals mit der Sektion und auch nicht mit der Feststellung der grob klinischen Verhältnisse für abgeschlossen. Sein Blick richtete sich vorzugsweise auf die sozialhygienische Seite der Seuchenfrage. Die Epidemieen in Oberschlesien hat Virchow in amtlichem Auftrage der preußischen Regierung untersucht, „um von der dort ausgebrochenen Typhusepidemie und den gegen dieselbe getroffenen Maßregeln nähere Kenntniß zu nehmen, auch den betreffenden anordnenden und ausführenden Behörden überall, wo es erforderlich zu sein schien, mit Rath und That an die Hand zu gehen.“ Die Spessartepidemie 1852 untersuchte er dann im Auftrag der bayrischen Regierung, zu einer Zeit, als wegen seiner politischen Anschauungen seines Bleibens in Preußen nicht mehr war und er als Professor der pathologischen Anatomie in Würzburg weilte. Aber Virchows Ergebnisse gehen weit über den Rahmen hinaus, der ihnen ursprünglich bestimmt war. „Eine ganze Reihe der schwersten Epidemien ist unter meinen Augen verlaufen. Harte Kalamitäten, von denen ganze Bevölkerungen heimgesucht waren, habe ich als erster Berichterstatter zu erforschen gehabt. Krieg, Hunger und Pestilenz wurden der Gegenstand meiner Beobachtungen. Diese Studien haben einen entscheidenden Einfluß ausgeübt auf die Stellung, welche ich im öffentlichen Leben eingenommen habe. Sie waren es, die mich zuerst in die praktische Politik führten.“ Der Kern der Virchow'schen Lehre kennzeichnet sich am besten und kürzesten durch folgende Citate: „Wir betrachten die Krankheit nicht als etwas Persönliches und Besonderes, sondern nur als die Aeußerung des Lebens unter veränderten Bedingungen, aber nach denselben Gesetzen, wie sie zu jeder Zeit, von dem ersten Moment an bis zum Tode, in dem lebenden Körper gültig sind. Jede Volkskrankheit, mag sie geistig oder körperlich sein, zeigt uns daher das Volksleben unter abnormen Bedingungen und es handelt sich für uns nur darum, diese Abnormität zu erkennen und den Staatsmännern zur Beseitigung anzuzeigen. Epidemien gleichen großen Warnungstafeln, an denen der Staatsmann im großen Styl lesen kann, daß in dem Entwickelungsgange seines Volkes eine Störung eingetreten ist, welche selbst eine sorglose Politik nicht länger übersehen darf.“ — „Sehen wir nicht überall die Volkskrankheit auf Mangelhaftigkeit der Gesellschaft zurückdeuten? Mag man sich imerhin auf Witterungsverhältnisse, auf allgemeine kosmische Veränderungen und Aehnliches beziehen, niemals machen diese an und

für sich Epidemien, sondern sie erzeugen sie immer nur da, wo durch die schlechten sozialen Verhältnisse die Menschen sich längere Zeit unter abnormen Bedingungen befinden. Der Typhus würde in Oberschlesien keine epidemische Verbreitung gefunden haben, wenn nicht ein körperlich und geistig vernachlässigtes Volk dagewesen wäre, und die Verheerungen der Cholera würden ganz unbedeutend sein, wenn die Krankheit unter den arbeitenden Klassen nur soviel Opfer fände, als unter den wohlhabenden."

Was Virchow von jener Zeit ab durch ein halbes Jahrhundert bis zum heutigen Tage als Hygieniker geleistet, was er für die Erforschung der Infektionskrankheiten, ihres Verlaufs und ihrer Ursachen gethan, gehört allerdings größtentheils dem Gebiet der Medizin an. Zahlreiche Beiträge zur Einzelforschung hat er in unermüdlichem Forscherfleiß geliefert; bis in sein hohes Alter treu seiner Methodik mit kritischer Beobachtung, ohne jede Voreingenommenheit an die Erscheinungen heranzutreten, hat er das Thatsächliche in der späteren Bakterienforschung stets bereitwillig anerkannt, während er verallgemeinernde Theorien skeptisch beanstandete. Er hat sich dadurch eine Zeitlang dem Vorwurfe ausgesetzt, ein Vertreter des Alten zu sein. Aber gerade sein hohes Alter hat es ihm hier gestattet zu erleben, daß seine heftigsten Gegner später selbst ihre zu weit gehenden Folgerungen zurücknahmen und zugeben mußten, daß die Opposition Virchows berechtigt gewesen. Die Vorbehalte, die er in den ersten Stadien der Bakterienforschung machte und die damals, weil der ihm eigene höhere Standpunkt von den Andern noch nicht erreicht war, nur von Wenigen voll gewürdigt wurden, sind durch die spätere Forschung vollauf gerechtfertigt worden. Den Aufgaben, die der junge Virchow sich stellte, indem er schon 1848 sagte: „Der Physiolog und der praktische Arzt werden, wenn die Medizin als Anthropologie einst festgestellt sein wird, zu den Weisen gezählt werden, auf denen sich das öffentliche Gebäude errichtet, wenn nicht mehr das Interesse einzelner Persönlichkeiten die öffentlichen Angelegenheiten bestimmen wird," diesen Aufgaben ist er stets in emsiger Arbeit treu geblieben, von der nur ein Theil weiteren Kreisen bekannt geworden, seine schon hervorgehobene Mitarbeit an der Einführung der Kanalisation in Berlin und an der Reform des Krankenhauswesens. Aber noch heute, wie in den letzten Jahrzehnten, bearbeitete Virchow die Gesundheitsstatistik von Berlin, verfolgt ihre Schwankungen und geht deren Ursachen nach. Wiederholt haben diese Untersuchungen zu städtischen Reformen, wie der Sistirung des alten Berliner Wasserwerkes, den letzten Anstoß gegeben. Wiederholt haben sie ihn veranlaßt, seinen gewichtigen Einfluß für neue Schöpfungen, wie das aus privaten Mitteln errichtete Kinderkrankenhaus einzusetzen. So groß auch seine hygienischen Leistungen auf diesem Gebiete für seine Heimathstadt sind, so groß seine Verdienste, wenn er einzelne Kapitel der Hygiene, wie die der Volksernährung und der Bekämpfung der Thierseuchen auf Grund seines universellen Wissens und seiner scharf

formulirten Darstellungskraft zum Gegenstand von Vorträgen auf Kongressen macht, so ist seine Bedeutung als Vertreter von grundlegenden Anschauungen eine so universelle, daß man fast geneigt ist, diese Leistungen in zweite Linie zu stellen. Einer Entdeckung Virchows, die nicht ihm allein zufällt, deren konsequente Durcharbeitung für das Gesammtwohl aber in erster Linie sein Werk ist, der Entdeckung der Trichinose und der mit ihr verknüpften Gefahren für die Volksernährung, soll in anderem Zusammenhange später gedacht werden.

Am höchsten unter den hygienischen Leistungen Virchows steht aber die eben geschilderte Betonung der Abhängigkeit der Volksgesundheit von sozialen Mißständen. Die Idee ist nicht ihm allein zugehörig, ihre Hervorhebung aber so scharf und die heutige Zeit für die Entwickelung dieser Idee zu nutzbringenden Reformen so günstig, daß dieser Gedankengang die praktische Hygiene noch lange beschäftigen wird. Was über diesen Gegenstand von ihm geschrieben, das ist, obgleich schon 50 Jahre alt, noch heute für uns maßgebend und seine Grundauffassung von der sozialpathologischen Natur der Volksseuchen hat gerade in den jüngsten Tagen den Stempel offizieller Anerkennung durch den im Jahre 1899 unter dem Protektorat der deutschen Reichsregierung abgehaltenen Tuberkulosekongreß erfahren. Der Weg, den die Hygiene seit etwa höchstens einem Jahrzehnt einzuschlagen beginnt, bewegt sich ausschließlich auf diesen von Virchow schon vor 50 Jahren vorgezeichneten Bahnen. Wenn man die Lehre, die Virchow als junger Forscher aufstellte, in wenige Worte zusammengefaßt, so geht sie dahin, daß die Entstehung der Volksseuchen abhängig ist von dem Vorhandensein sozialer Mißstände und daß der Weg der Abhülfe nicht ausschließlich in der Bekämpfung augenfälliger medizinischer Symptome gesucht werden darf, sondern ebenso sehr in der Heranziehung der Mittel des Staates für die Beseitigung der Grundursachen. Die Hülfe ist nicht nur beim Arzt und beim Hygieniker, sondern in letzter Linie bei den gesetzgebenden Faktoren, dem Staatsmann und der Volksvertretung zu suchen.

Die bakteriologische Aera.

Freilich ging die Entwicklung der Forschung seit der Zeit, wo Virchow, gestützt auf seine Erfahrungen bei den Flecktyphusepidemien der fünfziger Jahre, dieses Programm aufstellte, nicht kontinuirlich diesen von ihm vorgezeichneten Weg, sondern sie machte einen gewaltigen Umweg durch eine Periode ergebnißreicher Entdeckungen, die einen Zeitraum von 50 Jahren ausfüllt, um schließlich doch dort wieder anzulangen, wo Virchow einsetzte. Die Forschungen der nächsten Jahrzehnte, deren Anfänge übrigens schon in die Zeit vor dem Auftreten von Virchow zurückliegen, waren dem Studium des Zusammenhanges gewidmet, der zwischen der Lebensthätigkeit der klein-

sten Parasiten, deren Existenz das Mikroskop aufdeckte und der Entstehung und Verbreitung der ansteckenden Krankheiten bestand. Die Auffindung der „belebten Ansteckungsstoffe", der „Contagia animata", deren Vorhandensein für gewisse Krankheiten schon das Alterthum hypothetisch voraussetzte, eröffnete ein weites Feld für die experimentelle Forschung. Die Schaffung ganz neuer Untersuchungsmethoden lenkte die Arbeitskraft zahlreicher Forscher ausschließlich auf dieses Gebiet. Es drängten sich die Entdeckungen in schneller Folge bis zum Ausbau eines ganz neuen Systems der Krankheitserstehung. Aber unter dem Eindruck des Wachsens unserer Kenntnisse von diesen unmittelbaren Krankheitsursachen trat das Verständniß für die Möglichkeit des Vorhandenseins mittelbarer Ursachen auf dem Gebiete soweit zurück, daß man zuletzt dazu kam, deren Mitwirkung direkt zu bestreiten. Nur was unter dem Mikroskop vorgezeigt, was durch die künstliche Züchtung sichtbar gemacht und was im Thierversuch nachgemacht werden konnte, galt als bestehend. Erst in dem letzten Jahrzehnt trat immer entschiedener ein Gegensatz zwischen den verallgemeinernden Schlüssen aus den Experimenten und den Beobachtungen am Krankenbett im Großen hervor; der Widerspruch zwischen Laboratoriumswissenschaft und Wirklichkeit wurde immer erheblicher und verlangte dringend einen Ausgleich, den zu erzielen erst im Laufe der letzten Jahre endlich gelang. Mit diesem Anschluß aber wurde zugleich auch die Rückkehr zu den älteren Anschauungen über die ursächlichen Verhältnisse bei der Entstehung der Infektionskrankheiten angebahnt.

Der Gang der geschichtlichen Entwicklung in der Erforschung der bakteriellen Krankheiten ist in großen Zügen der folgende. Der Entdeckung kleinster Lebewesen unter dem Mikroskop folgte bald der Nachweis, daß deren Vorkommen in einem ursächlichen Zusammenhang mit denjenigen Prozessen steht, die man als die der Fäulniß und Gährung bezeichnet, Prozessen, bei denen unbelebtes organisches Material sich in einfachere Verbindungen mit oder ohne Mitwirkung des Luftsauerstoffes umsetzt. Ursprünglich nahm man an, daß jene

Koch, Robert, geb. zu Clausthal am 11. Dezember 1843, studirte 1862 bis 1866 in Göttingen, dann Assistent am Krankenhause in Hamburg. Von 1866 Arzt in Langensalza und Radwitz, von 1872—1880 Kreisphysikus in Wollstein. 1880 als ordentliches Mitglied des Reichsgesundheitsamts nach Berlin berufen. 1883 Leiter der Choleraexpedition nach Aegypten. 1885 Professor der Hygiene in Berlin. 1891 Direktor des neugegründeten Instituts für Infektionskrankheiten und ordentlicher Honorarprofessor. Seit 1896 weilt Koch zu Studien über Rinderpest und Wechselfieber außerhalb Europas. — Zur Aetiologie des Milzbrandes 1876. Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfektionskrankheiten 1878. Ueber die Milzbrandimpfung 1882. Beiträge zur Aetiologie der Tuberkulose 1882. Einzelne Aufsätze über Bakterienzüchtung und Desinfektion in den „Mittheilungen aus dem Reichsgesundheitsamt" 1881 und 1884. Bericht über die Cholerakommission 1887. Ueber ein neues Heilmittel bei Tuberkulose 1890.

niedersten belebten Wesen durch Urzeugung aus der zerfallenden und ursprünglich lebend gewesenen Materie entständen. Die Versuchsanordnungen einer Reihe von Forschern bewies das Umgekehrte, daß gerade jene überall in der Luft vorkommenden Keime die Quelle aller Gährung und Fäulniß werden, sobald sie Zutritt zur zerfallfähigen Materie finden, während ihr Ausschluß es ermöglicht, jene Substanzen vor der Zersetzung zu schützen. Eine Urzeugung giebt es nicht. Alle diese Keime entstehen durch Vermehrung aus gleichartigen Lebewesen und die Zerlegung des Materials, auf dem sie sich finden, ist eben die Wirkung ihrer Lebensthätigkeit. Es lag nahe, den Schluß von der Gährung und Fäulniß von unbelebtem organischen Material, auf lebendes Material zu ziehen und die Hypothese aufzustellen, und durch Beobachtung zu bestätigen, daß auch die parasitären Krankheiten der Menschen und der Thiere gewissermaßen Gährungen, „zymotische“ Krankheiten seien, die durch das Eindringen und die Vermehrung solcher Keime auch im belebten Körper entstehen und von dort sich weiter verbreiten. In der That gelang es bald für eine Reihe von Krankheiten dieser Art den Nachweis durch das Mikroskop zu führen, daß hier bestimmte Parasiten sich fänden. Diesen Abschnitt der Erkenntniß kann man als die erste Periode der Lehre von den mikroparasitären Krankheiten bezeichnen. Der zweite Abschnitt lehnt sich an die Forschung der Botaniker an. Es gelang durch eigene Methoden diese Lebewesen zu züchten und ein System aufzustellen, das uns verschiedene, wohl charakterisirte Arten kennen lehrte. Die Ausbildung dieser Methode durch die geniale Technik, die wir vor Allen Robert Koch verdanken, führte dann zu dem Satz, daß nicht, wie man theilweise annahm, willkürlich die einzelnen Bakterienarten in einander übergehen können, sondern daß sie streng spezifische Lebewesen sind von ganz charakteristischen Eigenschaften. Jeder klinisch einheitlichen Infektionskrankheit entspricht auch ein ebenso eigenartiger botanischer Parasit mit im Wesentlichen konstanten Eigenschaften, und die Uebertragung dieses Parasiten erzeugt immer nur wieder die gleiche Krankheit. Mit der Ausbildung der von Koch angegebenen Methoden gelang es dann, die einzelnen spezifischen Krankheitserreger zu isoliren, in ihren Eigenschaften zu erforschen, und so für eine große Zahl von Infektionskrankheiten die „parasitäre Aetiologie“ aufzufinden. Gleichzeitig aber konnte man, da man jetzt die Bakterien „in Reinkultur“ vor sich hatte, auch ihre wichtigsten Lebenseigenschaften, ihre Beziehungen zur Außenwelt, die Wege, auf denen sie in den Körper eindringen und die Mittel zu ihrer Vernichtung erforschen und damit die Wege zu ihrer Bekämpfung und zugleich zur Bekämpfung der von ihnen erzeugten Krankheiten dem Verständniß näher bringen. Dies ist der Inhalt der an glänzenden Funden überaus reichen zweiten Periode der bakteriologischen Forschung. Die dritte Periode machte vorzugsweise zum Gegenstand ihrer Untersuchung die Veränderungen, die im Organismus selbst vor sich gehen, wenn dessen Bestandtheile einem Kampfe mit den in ihn eingedrungenen Parasiten ausgesetzt sind.

Diesem Abschnitte gehört inhaltlich, aber nicht zeitlich, die noch in die zweite Periode fallende glänzende Entdeckung von Pasteur an, daß es gelingt, durch bestimmte Vorbehandlung den thierischen Organismus in einen gegenüber einer späteren Infektion widerstandsfähigen Zustand zu versetzen, ihn künstlich zu immunisiren. Die Erforschung der Veränderungen des Organismus mit dem Eintreten der künstlich erzeugten Immunität bildete den Ausgangspunkt für die Ergebnisse dieser dritten Periode; sie führte zu den praktisch wichtigen Folgerungen für die ärztliche individuelle Therapie, die sich in der Blutserumtherapie von Behring zu einer ganz neuen Methode verdichteten. Diese höchst interessanten Entdeckungen führten aber schließlich dazu, zum Gegenstand der experimentellen Untersuchung weniger die Eigenschaften des eindringenden Krankheitserregers, als die Zustände des befallenen Organismus zu machen. Zuletzt gelangte man zu dem Nachweis, daß weder der eine noch der andere Faktor, sondern Wechselbeziehungen zwischen beiden für den Ausgang maßgebend sind, und daß wenigstens für die Volksseuchen häufig ebenso sehr wie die Bakterien, andere außerhalb des Wirkungsbereichs der Bakterien liegende Momente, die man als „disponirende" bezeichnet, in Frage kommen. Erst die vorangegangene Schädigung der Widerstandskraft einer großen Zahl von Einzelindividuen durch Einflüsse der verschiedensten Art bereitet den Boden vor, auf dem der empfänglich gewordene Organismus nunmehr ein bereites Angriffsfeld für bestimmte spezifische Krankheitserreger wird.

Im Einzelnen gestaltete sich die Entwickelung der bakteriologischen Forschung folgendermaßen:

I. Periode.

Schon der Jesuitenpater Athanasius Kircher erklärte 1667, daß er sich durch mikroskopische Untersuchung von dem Vorhandensein zahlloser Mengen kleiner Würmer überzeugt habe, die in der Luft, dem Wasser, der Erde und in faulenden Stoffen wimmelten und die auch im Blute von Pestkranken vorkämen. Leuwenhoek fand 1722 mit dem von ihm verbesserten Mikroskop im Wasser, im Darmkanal verschiedener Thiere, in den Stuhlgängen und zwischen den Zähnen der menschlichen Mundhöhle kleine Lebewesen, welche sich bewegten, der Größe und Gestalt nach verschieden waren und bald rund, bald fadenförmig, bald schraubenförmig aussahen. Es ist kein Zweifel, daß er schon damals Bakterien gesehen hat. Nicht gering war die Zahl der Forscher, die im achtzehnten Jahrhundert die gleichen Befunde auch bei menschlichen Krankheiten machten und einen ursächlichen Zusammenhang behaupteten. Auch Linné nahm an, daß gewisse pestilenziale Fieber ihren Ursprung von solchen belebten Krankheitskeimen ableiteten. Aber diese Forscher standen mit ihren Deutungen fast allein. Im Jahre 1745 erschien von Newham, einem katholischen Geistlichen in London, ein größeres, auf Versuche gestütztes Werk, in dem die auf Aristoteles zurückführende

Lehre von der Urzeugung, der Generatio aequivoca, der Entstehung jener Keime ohne praeexistirende Wesen einfach durch Zerfall der belebten organischen Materie verfochten wird. Newham wurde für sein Werk, das großen Wiederhall fand, Mitglied der Königlichen Gesellschaft zu London. Auch der Zoologe Buffon trat 1749 in seinem großen Werke über Zeugung lebhaft für ihn ein. Spallanzani, der Entdecker der Spermatozoen, bekämpfte beide 1765 in einem kleinen Werk, wobei er sich auf eigene Versuche stützte. Er verschloß Gläser, die mit zersetzungsfähigem Material gefüllt waren und kochte sie längere Zeit auf, wobei dann die Zersetzung und zugleich die Bildung jener kleinsten Keime ausblieb. Spallanzani schloß daraus, daß die Vernichtung der praeexistirenden Keime durch die Hitze und die Verhinderung des Hinzutretens neuer Keime aus der Luft die Bildung neuer Lebewesen unmöglich gemacht hätte. Der Streit währte resultatlos bis 1776. Die neuen Entdeckungen von Lavoisier über die chemische Zusammensetzung der Luft schienen sogar gegen Spallanzani zu sprechen. Und der große Physiker Gay-Lussac führte 1810 diese Ergebnisse auf die Entfernung des für das Leben wichtigen Sauerstoffes zurück. Aber eine praktische Folge hatte der wissenschaftliche Streit. Der Italiener Appert wandte die Ergebnisse des Versuchs auf den Haushalt an, und es gelang ihm auf diese Weise Nahrungsmittel zu konserviren. Das Appert-sche Prinzip ist noch heute die Grundlage der Konservirungstechnik von Eßwaaren, die durch Erhitzen von den in ihnen wohnenden Zersetzungskeimen befreit und dann hermetisch verschlossen aufbewahrt werden. Während des Ruhens theoretischer Erörterungen war durch die Forschungen des berühmten Berliner Botanikers Ehrenberg ein systematischer Fortschritt erzielt. Ehrenberg machte die Bakterien zum Gegenstande seines besonderen Studiums; er stellte 1830 die Familie der Vibrionen auf und theilte 1838 die Bakterien in ihre noch heute anerkannten vier Gattungen. Bakterium, Vibrio, Spirochaete, Spirillum. Er entdeckte auch schon spezielle Formen, wie den Micrococcus prodigiosus, den Keim der blutenden Hostie. Die Frage von der Urzeugung wurde erst wieder rege mit der Entdeckung der Hefezellen und ihrer Wirkung durch Theodor Schwann. Im Februar 1837 veröffentlichte Schwann zunächst Versuche, die den Einwand widerlegten, als ob der Abschluß des Sauerstoffes von dem durch Erhitzen keimfrei gemachten Fleischaufguß die Fäulniß verhin-

Ehrenberg, Christian Gottfried, geb. 1795, gest. 1876 als Professor der Medizin und Zoologie in Berlin. Schriften: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. 1838. Das Leuchten des Meeres. 1835. Mikrologie. 1854.

Schwann, Theodor, geb. 1810 zu Berlin. Assistent von Joh. Müller am anatomischen Museum zu Berlin, später Professor in Löwen, zuletzt in Lüttich, wo er 1882 starb. Begründer der thierischen Zellenlehre. Zahlreiche Entdeckungen zur mikroskopischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte.

derte. Schwann ließ Luft durch Aspiration in ein Röhrensystem zu, die nur durch vorheriges Aufkochen keimfrei gemacht war und doch blieb trotz Anwesenheit von Sauerstoff die Zersetzung aus. In derselben Arbeit ist die Entdeckung enthalten, daß die Vergährung des gelösten Traubenzuckers in Alkohol und Kohlensäure, die schon lange bekannt, aber in ihren Ursachen durchaus unaufgeklärt war, die Wirkung der vitalen Thätigkeit eines mikroskopisch kleinen Organismus, der Hefezellen, sei. „Bei der alkoholischen Gährung, wie bei der Fäulniß, ist es nicht der Sauerstoff, wenigstens nicht der Sauerstoff der atmosphärischen Luft allein, sondern ein in der gewöhnlichen Luft enthaltenes und durch die Wärme zerstörbares Prinzip." Ueber die näheren chemischen Vorgänge dagegen war sich Schwann freilich nicht genügend klar. Gleichzeitig mit Schwann entdeckte übrigens Cagniard la Tour die organisirte Natur der Hefezellen. Die Versuche von Schwann wurden von mehreren Beobachtern wiederholt, ergänzt und erweitert. Es war noch immer der Einwand möglich, daß durch Erhitzung die Luft derart verändert würde, daß sie für die spontane Entstehung von Keimen aus den Faulflüssigkeiten selbst untauglich wurde. Fr. Schultze machte daher ebenfalls 1837 Versuche, in denen die zu dem vorher gekochten zersetzungsfähigen Material zugeleitete Luft nicht durch Kochen, sondern durch vorheriges Durchleiten durch chemische keimtödtende Flüssigkeiten gereinigt wurde. Ure und Helmholtz bestätigten ihre Richtigkeit durch Wiederholung mit gleichen Ergebnissen, Schröder und v. Dusch (1854) erfanden ein neues Prinzip, indem sie die Luft weder chemisch noch physikalisch veränderten, sondern einfach durch Baumwolle (Watte) von allen in ihr vorhandenen Keimen durch Filtration reinigten. Pasteur kam noch einfacher in seiner gleich zu erwähnenden Arbeit zum Ziele, indem er nur die die Luft zuführenden Glasröhren in verschiedener Weise krümmte, wobei das offene Ende nach unten kam. Die zuströmende Luft lagerte dann die Mehrzahl der Keime vermöge der größeren Schwere an den unteren Winkeln der Röhre ab.

Das nähere Eingehen auf diese Versuche war erforderlich, weil das Ergebniß von größter Bedeutung für die Anschauung von dem Zustandekommen der Gährungs- und Fäulnißprozesse war. Es war damit ein für alle Mal bewiesen, daß erstens die stets in der Luft, im

Helmholtz, Hermann Ludwig Ferdinand, geb. zu Potsdam 31. August 1821, studirte seit 1838 als Zögling der militärärztlichen Bildungsanstalten zu Berlin Medizin, promovirte 1842. Seit 1843 Militärarzt in Potsdam, 1848 Lehrer der Anatomie an der Berliner Kunstakademie, seit 1849 Professor der Physiologie in Königsberg, 1855—1858 Professor des gleichen Fachs in Bonn, 1858—1871 in Heidelberg. Von 1871—1888 Professor der Physik in Berlin, dann Präsident der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Starb in Berlin am 8. September 1894. 1847 „Ueber die Erhaltung der Kraft". 1851 Beschreibung des Augenspiegels. 1856 Handbuch der physiologischen Optik. 1862 Die Lehre von den Tonempfindungen. 1865—1871 Populäre Vorträge.

Wasser, in Faulflüssigkeiten aufgefundenen Keime ihre Entstehung nicht einer Urzeugung aus den Zerfallsprodukten der organisirten Materie verdankten, daß ferner diese letztere niemals spontan sich zersetzte, sobald ihr nur jene Keime ferngehalten wurden. Es mußten somit diese Keime die alleinige wesentliche Ursache der Gährung, der Fäulniß und Verwesung bilden. Es fanden sich zwar gelegentlich noch Zweifler, wie in den siebziger Jahren der ungarische Physiologe Huizinga und in den achtziger Jahren der Marburger Botaniker Wigand und der holländische Bakteriologe Fokker, die durch eigene Versuche die spontane Entstehung von Gährungserregern durch den Zerfall des absterbenden, an sich keimfreien Zellstoffes bewiesen haben wollen; es war aber leicht, nachdem einmal durch obige Versuche der Weg angegeben war, ihnen nachzuweisen, daß ihre Versuchsanordnung fehlerhaft gewesen.

Die näheren Beziehungen zwischen Gährungserregern und dem chemischen Vorgange der Gährung zu entdecken, blieb dem Genie von Louis Pasteur vorbehalten, der mit dieser Entdeckung aus dem Lager der Chemiker zum ersten Male in das der Biologen überging und seitdem in steter Folge bahnbrechender Entdeckungen diesem Forschungsgebiete treu geblieben ist. In seinem klassischen Werke: „Die in der Atmosphäre vorhandenen organischen Körperchen, Prüfung der Lehre von der Urzeugung," Annales de Chimie et de Physique 1862 führte er zunächst den Beweis, daß lediglich die Mikroorganismen, niemals die von solchen freie, sonst aber chemisch oder physikalisch unveränderte Luft Zersetzungen erregen und daß solche Keime stets in der Luft vorhanden sind. Aber durch nähere Aufdeckung der chemischen Verhältnisse wurde Pasteur zugleich auch der Begründer der von Schwann vorläufig nur hypothetisch angedeuteten vitalistischen Theorie der Fäulniß und Gährung. Er stellte fest, daß die Gährung aufs Innigste an das Leben und Wachsthum der Hefenzellen gebunden und daher als deren Arbeitsleistung zu betrachten sei, daß ihr Wachsthum auf Kosten der Nährflüssigkeit stattfindet, die zugleich auch deren Nahrung bildet. Vor Allem aber trennte er schon damals die verschiedenen Formen der Gährung nach den spezifisch verschiedenen lebenden Erregern. Er unterschied mit aller Schärfe den Erreger der Milchsäuregährung von dem der Buttersäuerung u. s. w. und machte schon damals Versuche zur Trennung dieser verschiedenen Arten, während man vor ihm mit der Feststellung des lebenden Erregers genug gethan zu haben glaubte, und meist mit

Pasteur, Louis, geb. zu Döle am 27. Dezember 1822, wurde 1847 Doktor, 1848 Professor der Physik zu Dijon, 1854 Professor der Chemie in Lille, siedelte 1863 als Professor nach Paris über, 1867—1889 Professor der Chemie an der Sorbonne, seitdem Leiter des Institut Pasteur. Starb am 28. September 1895 in Sèvres. — Studien zur Gährung 1863. Etudes sur les vins, ses maladies. 1866. Etude sur la maladie des vers à soie 1870. Etudes sur la bière 1876. Les microbes 1878. Seit 1889 Annales de l'Institut Pasteur.

Gemischen verschiedener Arten arbeitete. Er lehrte ferner zwischen belebten und unbelebten Fermenten unterscheiden und stellte über die Rolle des Sauerstoffes für die Gährung und Fäulniß eine Theorie auf, die lange Bestand hielt, bis sie den neu entdeckten Thatsachen angepaßt werden mußte. Geblieben ist von dieser Theorie noch heute die Thatsache, daß es belebte Gährungserreger giebt, die auch unter Ausschluß von Sauerstoff, vielfach gerade sogar nur unter dessen Ausschluß die für sie charakteristischen Zerlegungen organischen Materials ausführen.

Die Analogie zwischen Gährung und Fäulniß einerseits, d. h. der Zerlegung unbelebten organischen Materials durch spezifische Mikroorganismen, des Vorganges bei der Entstehung ansteckender Krankheiten andererseits lag damals in der Luft. Schon lange verglich man die Einschmelzung der Gewebe durch bestimmte Krankheitsvorgänge mit dem Prozeß der Gährung, schon lange sprach man von Faulfiebern. Die Weiterverbreitung dieser Krankheiten von Kranken auf Gesunde hatte schon seit Jahrhunderten den Begriff eines unsichtbaren contagium animatum aufstellen lassen. Hierzu kam, daß das Mikroskop bei verschiedenen Krankheiten ähnliche kleinste Körperchen auffinden ließ, wie sie Ehrenberg beschrieben, wie sie Schwann, Cagniard Latour und später Pasteur bei der alkoholischen Gährung gefunden. Es gelang gleichzeitig mit der Entdeckung des Hefepilzes schon bei bestimmten Krankheiten die Auffindung bestimmter charakteristischer Pilze, die sich nur bei diesen Krankheiten und wiederum regelmäßig bei diesen fanden. So machte Barri 1837 die Entdeckung, daß bei der Krankheit der Seidenraupen, die man Muscardine nannte, ein bestimmter Pilz sich vorfand und Schönlein, der berühmte Berliner Kliniker, fand gleichzeitig bei einer bestimmten Hautkrankheit, dem Favus, einen charakteristischen Pilz. Eine merkwürdige Analogie bei einer parasitären Krankheit aus dem Thierreiche, war dem Aufblühen dieses Gedankenganges günstig. Stanius, Professor in Rostock, entdeckte, daß die Krätzmilbe, die schon im Mittelalter bekannt geworden, die man aber entweder vergessen oder erstaunlicher Weise für ein Produkt der Krankheit gehalten hatte, die Krankheit selbst verursachte und weiter verbreitete. Die Krätze galt damals in der Pathologie als eine der unerklärlichsten Krankheiten mit inneren Komplikationen. Durch die Entdeckung der Milbe wurde das alte Räthsel in merkwürdig einfacher Weise aufgeklärt.

Die parasitäre Theorie der Infektionskrankheiten wurde jetzt, auch ohne daß man bisher die eigentlichen Contagien kannte, durch Johann Henle 1839 und 1840 zu einem System ausgearbeitet.

Henle, Friedrich Gustav Jacob, geb. zu Fürth 19. Juli 1809, wurde 1834 in Berlin Prosektor an der Anatomie. 1840 Professor der Anatomie und Physiologie in Zürich, 1844 in Heidelberg, seit 1852 bis zu seinem Tode am 13. Mai 1885 Professor der Anatomie in Göttingen. 1840 Pathologische Unter-

In seinen „Pathologischen Untersuchungen" Berlin 1840 und später in seinem „Handbuch der rationellen Pathologie" 1853 entwickelte Henle die Beziehungen, die zwischen den Parasiten als Krankheitserregern und dem Verlauf der Krankheiten bestehen; er faßte das bisher Erreichte zusammen und zeichnete mit einer vorausahnenden Klarheit, deren große Berechtigung die Ergebnisse der späteren Forschung bewiesen, den Weg der Untersuchung vor.

Henle wandte sich später von der pathologischen Medizin ab, um sich zu einem unserer größten Vertreter der normalen Anatomie zu entwickeln. Die Gedanken aber, die er in obigen Werken entwickelt, wirkten anspornend für eine ganze Generation, die jetzt auf die parasitäre Aetiologie der ansteckenden Krankheiten schwor. So wie in der Pflanzenpathologie sich die Zahl der Befunde spezifischer pilzlicher Krankheitserreger mehrte, so wurde es auch in der Lehre von den menschlichen und thierischen Krankheiten. So entdeckten Pollender und Brauell 1849 und Davaine 1850 bei dem Milzbrand, jener Krankheit unserer Hausthiere, die gelegentlich auch den Menschen befällt, einen besonders großen, stäbchenförmigen Pilz, den Milzbrandbacillus, der im Blute der erkrankten Thiere regelmäßig sich findet. Davaine konnte die Kette der Beweise vervollständigen, indem er durch Verimpfung des Blutes die Krankheit auf Thiere weiter übertrug. Das Gleiche gelang Coze und Felz 1876 durch die Uebertragung des Blutes von Kaninchen, die an den Erscheinungen künstlicher Blutvergiftung durch Faulflüssigkeit zu Grunde gegangen waren. Ein neuer glänzender Fund gelang im Jahre 1873 dem Berliner Arzte Obermeier, der im Blute der an Rückfallfieber Erkrankten einen schraubenförmigen, in lebhaften Bewegungen sich zwischen den Blutzellen hin- und herschlängelnden Parasiten fand, welcher während der Anfälle stets vorhanden, in den fieberlosen Zwischenräumen der Krankheit aber fehlte.

Abgesehen von diesen zwei Entdeckungen aber zeichnete diese Periode der Forschung sich durch eine große Systemlosigkeit aus, die zur Folge hatte, daß man auf Irrpfade gelangte. Man war überzeugt, bei allen Infektionskrankheiten Pilze als deren Ursache zu finden, und man verzeichnete jeden gelegentlichen Befund kritiklos als neue Entdeckung. Es gab Pilzforscher, die beständig neue Funde veröffentlichten und zwar selbst bei solchen Krankheiten, wie dem Flecktyphus, der Syphilis und anderen, deren Ursache auch heute noch nicht

suchungen. 1841 Allgemeine Anatomie. 1844 Zeitschrift für rationelle Medizin bis 1869. Handbuch der rationellen Pathologie. 1896 Systematische Anatomie (3 Bd. mit Atlas). Größtes und bestes Lehrbuch der Anatomie, in vielen Auflagen erschienen.

Obermeier, Otto Hugo Franz, geb. zu Spandau am 13. Februar 1843, wurde 1866 Assistent an der Krankenabtheilung von Virchow, wo er sich mit Untersuchungen über Infektionskrankheiten beschäftigte. Infizirte sich bei Cholerauntersuchungen und starb am 20. August 1873 an der Cholera.

entdeckt ist. Natürlich blieb gegenüber solchem Gebahren, das jedem Fortschritt hinderlich war, die Reaktion nicht aus. Zwar die parasitäre Entstehung der Infektionskrankheiten wurde nicht mehr bestritten, wohl aber irrthümlich die spezifischen Eigenschaften der einzelnen Formen. Man nahm irrthümlich an, daß die Bakterien oder, wie sie damals der berühmte Münchener Botaniker Naegeli wegen ihrer Fähigkeit, den Nährboden zu zerlegen, bezeichnete, die Spaltpilze, nur wenige Formen darstellen, die willkürlich ineinander überzugehen vermochten. Der Vertreter dieser Lehre, namentlich für die Befunde bei der Blutvergiftung, war der berühmte Wiener Chirurge Theodor Billroth. Aber auch Naegeli neigte der Lehre des Uebergangs einzelner Arten in einander zu; diese Theorie war jedenfalls dem Fortschritt der Erforschung spezifischer Krankheitserreger ungünstig; sie zu beseitigen bedurfte es aber erst der neuen Methoden, welche die zweite Periode der Bakterienforschung erfuhr. Aber die erste Periode sollte nicht abschließen, ohne weittragende Folgen für die Praxis zu haben, die ohne Spezialforschungen abzuwarten, in kühnem Fluge schon der Theorie vorauseilte.

Ignaz Semmelweiß stellte im Jahre 1847 als Assistentarzt der Wiener Frauenklinik die Lehre auf, daß das bisher in diesen Anstalten mörderisch verheerende Wochenbettfieber nicht die Folge der Luftzersetzung durch miasmatische Einflüsse oder gar durch Selbstinfektion von Faulstoffen des Körpers selbst, noch weniger auch eine spezifische Erkrankung eigener Art sei, sondern daß diese Krankheit die Folge einer Vergiftung der Wunde durch Berührung mit den von außen eingeführten zersetzten organischen Substanzen sei. Die Ueberträger dieser Stoffe seien die Finger der Untersuchenden; die häufigste und wichtigste Quelle der Ansteckung sei das Leichengift, das die mit Sektionen beschäftigten Studenten weiter verbreiteten; neben diesem Gift käme aber auch jede andere Verunreinigung mit Krankheitsmaterial, Eiter, grobem Schmutz u. s. w. in Betracht.

Billroth, Christian Albert Theodor, geb. in Bergen auf Rügen am 26. April 1829, studirte von 1848—1852 in Greifswald, Göttingen und Berlin, promovirte 1852 und war von 1852—1860 Assistent der chirurgischen Klinik von Langenbeck. Seit 1856 Privatdozent. Von 1860—1867 Professor der Chirurgie in Zürich, von da bis zu seinem Tode in Wien. Starb am 9. Februar 1894. Hervorragender Operateur und Lehrer. Forschungen über Wundkrankheiten, Angabe neuer Operationsverfahren. „Vorlesungen über allgemeine chirurgische Pathologie und Therapie", mit zahlreichen Auflagen. Großes Sammelwerk der speziellen Chirurgie, herausgegeben mit Pitha.

Semmelweiß, Ignaz Philipp, geb. am 1. Juli 1818 in Ofen, promovirte 1844 in Wien. 1846 Assistent an der dortigen Frauenklinik. 1850 nach Pest zurückgekehrt, wurde er 1851 Primärarzt am Rochushospital und 1855 Professor der Geburtshülfe. 1865 wurde er geisteskrank und starb am 13. August 1865. Hauptwerk: Die Aetiologie, der Begriff und die Prophylaxe des Kindbettfiebers 1861.

Aus dieser Lehre von der Entstehung der Krankheit zog er den Schluß, daß die Hände der Untersuchenden, die Instrumente und das Verbandmaterial unter allen Umständen vorher desinfizirt, daß die kranken von den gesunden Frauen gesondert werden müßten, und daß die sonstigen Bedingungen einer Gebäranstalt in Bezug auf Räume, Luftversorgung, Licht und reichliches Vorhandensein reiner Wäsche von Grund aus umgestaltet werden müßten, damit allen Ansprüchen auf Reinlichkeit Genüge geschehen könne. Wer die Zustände unserer modernen Krankenhäuser und Gebäranstalten in dieser Hinsicht kennt, wird den tief einschneidenden Werth dieser Reformen kaum begreifen. Aber damals lag in Bezug auf die allgemeinen hygienischen Bedingungen noch vieles im Argen. Das prinzipiell Wichtige ist an der Lehre von Semmelweiß für uns die Parallele, die er selbst zwischen dem bisher als miasmatisch-kontagiös geltenden Wochenbettfieber und den Wundvergiftungen zog und die Einführung der Prophylaxe durch Desinfektion der Hände und Instrumente u. s. w., also durch dasjenige Verfahren, das man später in der Chirurgie als dasjenige der Asepsis bezeichnete. Der endliche Sieg der Semmelweißschen Lehre, die durch Jahrzehnte die härtesten Angriffe zu bestehen hatte, wurde durch den gleichzeitigen Fortschritt der Empirie in der chirurgischen Wundbehandlung und den der experimentellen bakteriologischen Forschung erst gesichert. Die Anwendung der Lehre von Semmelweiß bei besserer Ausbildung der Technik im Laufe späterer Zeiten hat die Verbreitung des Wochenbettfiebers, das mörderisch in großen Epidemien in den Anstalten, in kleineren im Volke selbst wüthete, auf ein Minimum herabgesetzt. Die Ausbildung des niederen Hilfspersonals, der Hebeammen, im Sinne des Prinzips der äußersten exaktesten Reinlichkeit aller der mit der Gebärenden in Berührung gelangenden Gegenstände ist jetzt Gemeingut der Bevölkerung geworden. Und der Eintritt eines vereinzelten Falles von Wochenbettfieber gilt nicht mehr als die Folge einer durch unvermeidbare Vorgänge herbeigeführten bedauernswerthen Komplikation, sondern einer durch persönliches Verschulden des Heilpersonals herbeigeführten Fahrlässigkeit.

Semmelweiß gelangte zu seiner Lehre durch seine Thätigkeit in einer Gebäranstalt, bei der er mit vorurtheilsfreiem Blick, von Theorien unbeeinflußt, lediglich beobachtete. Er fand, daß die Epidemieen zunahmen, als die Thätigkeit der Studierenden in der pathologischen Anatomie lebhafter wurde und als diese selben Studirenden gerade der einen Klinik zugewiesen wurden, während die Höhe der Krankheitszahl auf einer anderen Klinik gleichzeitig sank, seit dort der klinische Unterricht ausfiel. Er beobachtete den Verlauf der Erkrankungen, die durch Verletzungen am Leichentisch selbst entstanden und fand sie gleichartig. Und aus dieser Beobachtung entstand seine Lehre, deren Zusammenhang mit der Auffassung der Wundkrankheiten als Produkte der Infektion durch belebte Keime unverkennbar ist. In der Chirurgie bestanden vordem ganz gleichartige An-

schauungen über das Zustandekommen der Wundinfektionskrankheiten wie vor Semmelweiß in der Geburtshilfe. Auch hier waren es Miasmen der Luft, allerlei Zersetzungen und mystische Zustände im Körper der Erkrankten selbst. An äußere Verunreinigungen dachte man lange nicht; noch im Anfange des Jahrhunderts zeigten die Operateure, die einen technisch schweren Eingriff vorhatten, ihren Hörern die Methodik erst an der Leiche, um dann sofort die Operation am Lebenden anzuschließen. Die Erfolge waren dementsprechend und die Wundfieber, der Hospitalbrand, die Wundeiterungen und Zersetzungen mit tödtlichem Ausgang galten als unvermeidliche Komplikationen. Bestimmte Verletzungen erschienen als nahezu absolut tödtlich; und Eingriffe, die jetzt als verhältnißmäßig harmlos gelten, wie Amputationen, hatten lediglich durch Wundvergiftung einen überwiegend tödtlichen Ausgang, während operative Eingriffe in bestimmten Körpertheilen, wie am Schädel und an den anderen großen Körperhöhlen, sich absolut verboten. Zwar die feineren anatomischen Verhältnisse der Gewebsveränderungen bei diesen Erkrankungen, die man als Eitervergiftung, Pyämie, und als Blutvergiftung, Septicämie, bezeichnete, wurden durch die Forschungen, namentlich von Virchow, der Erkenntniß näher gerückt und auch die allgemeinen Anschauungen über die parasitäre Natur jener Erkrankungen waren entsprechend den allgemeinen Grundanschauungen von der Mitte des Jahrhunderts an, die maßgebenden geworden.

Man fand sogar schon mikroskopisch jene Keime auf und namentlich die Opfer der deutschen Kriege in den Lazarethen gaben Forschern, wie Klebs, Billroth, Recklinghausen, Waldeyer und Anderen reichliche Gelegenheit zum Nachweis des Vorkommens von Parasiten bei den Wundkrankheiten des Menschen. Aber es fehlte an klaren Vorstellungen über die näheren Beziehungen und damit an Hilfsmitteln zur Bekämpfung. Die Chirurgie machte den Fortschritt, den für die Geburtshülfe die Lehre von Semmelweiß zeitigte, erst geraume Zeit später, aber weniger sprunghaft und deshalb unter geringeren Kämpfen. Es war der schottische Chirurge Lister, der im engsten Anschluß an die Lehre von Pasteur und nicht lediglich auf die Erfahrung, sondern auch auf gründliche theoretische Studien gestützt, im Jahre 1867 die Nothwendigkeit der antiseptischen Wundbehandlung begründete. Lister stützte sich auf die Lehre Pasteurs von der Panspermie, d. h. von der Allgegenwart von Keimen in der Luft, deren Hinzutreten von dort die alleinige Ursache der Zersetzung gährungsfähigen Materials

Lister, Joseph, geb. bei London am 5. April 1827, studirte in London, wurde 1852 Arzt. 1854 Hausarzt am Krankenhause in Edinburg, seit 1856 Dozent für Chirurgie. 1860—1869 Professor der Chirurgie in Glasgow, 1869 bis 1877 in Edinburg, 1877—1892 in London Lehrer und Chirurg am Kings College and Hospital, seitdem im Privatleben. Die erste Veröffentlichung über seine Methode erschien 1867 in Lancet.

bildet; er stützte sich ferner auf die praktische Erfahrung, daß die Gewebsverletzung die regelmäßige Vorbedingung für das Eintreten von Wunderkrankungen von der leichtesten örtlichen, bis zu der allerschwersten tödtlichen Allgemeinvergiftung bildet. Denn die größten Verletzungen von Knochen und Weichtheilen durch äußere Gewalt heilten reaktionslos, wenn die Hautdecken unverletzt blieben, während die gleichen Verletzungen, wofern nur selbst eine kleine Hautverletzung gleichzeitig vorlag, erst das Schicksal der Verletzten besiegelte, ebenso wie der zu Heilzwecken vorgenommene blutige Eingriff. Diese beiden Thatsachen verknüpfte er durch eigene Versuche zu der Lehre, daß die Wunderkrankungen, Fieber, Eiterung, Wundrose u. s. w. die Folge des Eindringens und der Wucherung der überall vorhandenen belebten Keime sei; er wies weiter nach, daß das Fernhalten dieser Keime von der Wunde durch alle diejenigen Methoden, die wie im Versuch die organische Substanz vor Zersetzung schützten, einen ganz anderen Wundverlauf ohne Fieber, ohne jede Eiterung, mit schnellster Ausheilung gewährleisteten. Zu diesem Zwecke bildete er die Technik auf das Sorgfältigste aus, um die Instrumente, die Hände des Operateurs, die Haut des Verwundeten oder zu Operirenden von anhaftenden Keimen durch keimvernichtende Chemikalien zu befreien, die Luft des Operationsraumes durch Karbolnebel zu desinficiren, die Wunde nach beendetem Verfahren durch keimabhaltende Verbände von der Luft abzuschließen. Die Methode zog die Aufmerksamkeit namentlich der Deutschen auf sich; sie wurde zuerst in der Klinik des Berliner Chirurgen Bardeleben eingeführt, dann von dem genialen Hallenser Chirurgen Richard Volkmann aufgenommen und fortgebildet und schließlich auf allen Kliniken eingeführt, gelehrt und Gemeingut des praktischen Arztes. Die Listersche Methode führte zu einer Revolution in der Chirurgie. Operationen und Verwundungen, die vormals die schlechtesten Aussichten auf Genesung boten, gelangten reaktionslos zu glatter Heilung; ganz neue Methoden wurden in schnellster Folge erfunden, weil nunmehr kein Organ mehr für das Messer des Chirurgen ein noli me tangere blieb. Die Chirurgie eroberte sich viele ganz neue Gebiete und machte zahlreiche Leiden heilbar, bei denen bisher die Aufgabe des Arztes nur darin bestanden hatte, den Tod erträglicher zu gestalten. An der ursprünglichen Technik wurde allerdings später unendlich viel vereinfacht und geändert; heute ist von ihr nichts mehr übrig geblieben als die grundlegende Idee. Und auch diese hat sich eine prinzipielle Aenderung gefallen lassen müssen. Zu Anfang der achtziger Jahre wandte man sich von der ausschließlichen Antisepsis, der Vernichtung der Keime, zur Methode der vorwiegenden Asepsis, der Methode, die Wunde selbst möglichst von desinfizirenden Chemikalien und komplizirteren Verbänden frei zu halten und dafür das Eindringen von Keimen und Verunreinigungen anderer Art durch Ausbildung der Technik zu verhindern. Maßgebend war für diese Reform namentlich die Erfahrung, daß es weniger die Infektion durch die Keime der Luft, als durch

die an den Instrumenten, Fingern, Verbandstoffen haftenden parasitären Stoffe ist, welche durch Kontaktinfektion gefährlich werden. In der neuesten Zeit hat man die Methoden zur Ausgestaltung des Asepsis besonders peinlich ausgebildet; für gewisse Fälle ist man wieder mehr zur Antisepsis zurückgekehrt. Auch ist ein weiterer Wandel insofern eingetreten, als manche Chirurgen nicht den Bakterien allein, sondern gleichzeitig den mit ihnen in die Wunde eindringenden anderen unbelebten reizenden organischen Stoffen und der Empfänglichkeit der an sich gereizten Wunde eine Rolle für die Entstehung der Wundinfektionskrankheiten zuschreiben. Alle diese besonderen Vorgänge gehören mehr ins Bereich einer Geschichte der Chirurgie. Mit der Hygiene ist die Lehre von Lister durch eine doppelte Beziehung verknüpft. Erstens leitete sich ihr Ursprung aus den Vorstellungen der ersten Periode der Mikroparasitenlehre her und zweitens hat ihre Durchführung durch die Möglichkeit, unzähligen Menschen das Leben zu erhalten und zu retten, die Volksgesundheit erheblich gebessert. Im Uebrigen wirkte der Erfolg belebend auf den Forschungstrieb der Zeitgenossen ein. Das Listersche Prinzip und die Aufklärung der Entstehung der Wundinfektionskrankheiten durch äußere Kontaktinfektion wurde daher für die Vorstellungen vom Zustandekommen auch der anderen Infektionskrankheiten beherrschend. Kein Wunder, daß die für die zweite Periode bahnbrechenden Lehren von R. Koch gerade mit der experimentellen Erforschung der Wundinfektionskrankheiten beim Thiere begannen.

II. Periode.

Während bisher die Rolle der Mikroorganismen als Krankheitserreger im Prinzip anerkannt war und ebenso die Beobachtung am Krankenbett die Hypothese aufnöthigte, daß jeder in ihrem Verlauf charakteristischen Krankheit auch ein eigener, ein spezifischer Krankheitserreger entsprechen müsse, scheiterte ein weiterer Fortschritt an dem Fehlen exakter Methoden, welche die einzelnen Arten der Bakterien von einander zu trennen gestattete und an dem Mangel genauerer botanischer Kenntnisse. So gelang es zwar einige besonders markante Arten, wie den Milzbrandbacillus, wenigstens mikroskopisch nachzuweisen; im Uebrigen aber hielten die zahlreichen Befunde systematischer Pilzfinder der Kritik nicht Stand und führten sogar kritische Köpfe dazu, das Bestehen besonderer Arten zu bestreiten. Erhebliche Fortschritte wurden erst erzielt, als Botaniker von Ruf, wie der Breslauer Pflanzenphysiologe Ferdinand Cohn und der Straßburger Pilzforscher De Bary die einzelnen Bakterienformen klassifizirten, und sie und andere Forscher wie Brefeld, Methoden der Züchtung angaben. Diese waren freilich noch ziemlich schwierig und unzuverlässig; man benutzte Lösungen von Nährstoffen nach dem Muster derjenigen, die schon Pasteur angegeben. Zwar gelang es diese Lösungen von vornherein keimfrei zu machen, aber die verschiedenen Formen der Aussaat vermehrten sich daselbst neben ein-

ander und durch einander, und es war immer schwer oder garnicht möglich, die einzelnen Formen rein zu gewinnen. Hier setzte die geniale Methodik des Wollsteiner Kreisphysikus Robert Koch ein, der nach einer ungewöhnlich großen pathologischen Schulung seine spezielle botanische Ausbildung bei Ferdinand Cohn sich angeeignet hatte, aber in der Schärfe der Fragestellung beim Versuch, in der Beharrlichkeit, ungewöhnlich große technische Schwierigkeiten zu überwinden, in der Exaktheit seiner Versuchsanordnungen so unerreichbar hoch steht, daß die Zahl seiner großen Entdeckungen nicht ein Geschenk des Glücks, sondern die Frucht seiner Arbeit sind. Ihm verdanken wir zunächst die Ausbildung der Methodik. Nur in der Technik, durch die mikroskopische Untersuchung in den Säften und Geweben des Thierkörpers die Bakterien sichtbar zu machen, hatte er Vorgänger in Carl Weigert und Paul Ehrlich. Viel wichtiger aber ist die auf ihn zurückzuführende Reform der Züchtungsmethoden, vor Allem die prinzipiell bedeutsame Einführung der Nährgelatine als eines Nährbodens für Keime, der zugleich durchsichtig und fest, aber durch Erwärmung sofort in einen flüssigen Nährboden umgewandelt werden kann. Mit dieser Methode gelingt es leicht, eingeimpftes Material in der verflüssigten Gelatine auf das feinste zu vertheilen, die einzelnen Keime von einander getrennt in dem erstarrenden Nährboden zur Entwicklung zu bringen und nunmehr isolirt zu beobachten, zu züchten und für die Weiterimpfung bereit zu halten. In seiner ersten Arbeit „Untersuchungen über die Aetiologie der Wundinfektionskrankheiten" 1878, die ihn mit einem Schlage in die vorderste Reihe der Forscher stellte, bediente sich übrigens Koch noch eines anderen Verfahrens zur Isolirung der spezifischen Krankheitserreger, der Uebertragung des unreinen Materials auf einen empfänglichen Thierkörper, in dem gerade nur der spezifische Krankheitserreger sich ausschließlich entwickelte und von dort aus beliebig auf andere gleichartige Lebewesen übertragen werden konnte. Schon in dieser Arbeit konnte Koch als Ergebniß den Satz aufstellen, daß einer jeden Krankheit eine besondere Bakterienform entspricht, die, soviel auch die Krankheit von einem Thier auf das andere übertragen wird, stets dieselbe bleibt, ebenso wie auch die Bakterien selbst ihre Form und ihre Eigenschaften nicht ändern. Die nächsten Jahre waren der Ausbildung dieser Untersuchungsmethoden gewidmet, die nunmehr auch dem Schüler gestatteten, leichter an die nächste Aufgabe

Ehrlich, Paul, geb. in Strehlen am 14. März 1854. Von 1878—1885 Assistent an der inneren Klinik in Berlin. Seit 1885 Privatdozent, seit 1890 Mitglied des Instituts für Infektionskrankheiten. 1891 Außerordentlicher Professor. 1896 Direktor des Instituts für Serumforschung, das seit 1899 in Frankfurt a. M. ist. Zahlreiche bahnbrechende Einzelforschungen zur mikroskopischen Pathologie und zur Lehre von den Blutkrankheiten, sowie zur Immunitätslehre. „Das Sauerstoffbedürfniß des Organismus" 1885. Werthbestimmung des Diphtherieheilserums und dessen theoretische Grundlagen 1897.

heranzutreten, nämlich für die verschiedensten Krankheiten die spezifischen Erreger zu entdecken. Koch selber formulirte zuerst die Bedingungen, die im Experiment erfüllt sein mußten, um den Beweis als erbracht zu sehen, daß ein bei einer Krankheit vorkommender Mikroparasit auch deren Ursache sei. Er selbst studirte die feineren Verhältnisse des schon bekannten Milzbrandbacillus, den er rein zu züchten lehrte. Bald mehrten sich die Entdeckungen. Für den Aussatz, die Lepra, hatte schon der norwegische Forscher Armaner Hansen mikroskopisch nachgewiesen, daß in seinen Produkten regelmäßig sich feinste Stäbchen in ungeheuren Massen fanden. Jetzt wies Albert Neißer, ein Schüler Kochs und Weigerts, mit deren Methoden denselben Bacillus exakter nach, den zu züchten übrigens bis zum heutigen Tage trotz zahlreicher Bestrebungen noch nicht geglückt ist. Neißer fand auch für die Gonorrhoe einen spezifischen Mikroorganismus. Für die Wundeiterungen des Menschen und die Wundrose wurden in den ersten Jahren seit Einführung der Koch'schen Methodik durch Ogston in England und J. Rosenbach in Göttingen, sowie durch Fehleisen in Würzburg die spezifischen Bakterien entdeckt und in ihren Wechselbeziehungen zu den Geweben eifrigst studirt. Es lag die Gefahr nahe, daß nunmehr, nachdem es ziemlich leicht geworden, neue Arten von Bakterien zu finden, gelegentlich irgend einem harmlosen Schmarotzer unter den vielen jetzt bekannt werdenden Arten eine Rolle als Krankheitserreger zugeschrieben würde, die ihm nicht zukam. Und in der That wurde diese Gefahr nicht stets vermieden. Zahlreich sind die sogenannten Funde von Krebs- und anderen Bacillen, die sich bald als irrthümlich oder voreilig herausstellten. Aber solche Irrthümer waren nur möglich, wenn man sich nicht streng an die von Koch aufgestellten Forderungen hielt. Er selbst verfuhr anders. Seine glänzendste That war die Entdeckung des Bacillus der Tuberkulose. Als er mit diesem Funde

Neißer, Albert, geb. zu Schweidnitz am 22. Januar 1855, Assistent an der Breslauer dermatologischen Klinik seit 1877, Privatdozent in Leipzig 1880, Direktor der dermatologischen Klinik und außerordentlicher Professor in Breslau seit 1882. 1879 Entdeckung des Gonococcus, mit dessen pathologischer und hygienischer Bedeutung sich zahlreiche spätere Arbeiten von Neißer und seinen Schülern beschäftigen. 1899 Vorträge zur Prophylaxe der Syphilis und der venerischen Krankheiten.

Rosenbach, Anton Julius Friedrich, geb. zu Grohnde am 16. Dezember 1842, war chirurgischer Assistent seit 1867 und Privatdozent seit 1872 in Göttingen. Seit 1877 daselbst außerordentlicher Professor und Direktor der Poliklinik. Zahlreiche kleinere Arbeiten zur Aetiologie der Wundkrankheiten und Eiterungen. Der Hospitalbrand 1888.

Fehleisen, Friedrich, geb. 20. April 1854 zu Reutlingen. Seit 1877 Assistent von Bergmann in Würzburg und Berlin. Seit 1883 Privatdozent in Berlin. Siedelte 1889 nach San Franzisco über. — Die Aetiologie des Erysipels 1883. — Zur Aetiologie der Eiterung 1887.

im Jahre 1882 hervortrat, hatte er die Lehre von dem parasitären Ursprung der Tuberkulose bis auf die kleinste Einzelheit experimentell trotz der für jeden Andern unüberwindlichen Schwierigkeiten durchgearbeitet. Daß die Tuberkulose übertragbar, daß sie höchst wahrscheinlich durch einen spezifischen Mikroparasiten hervorgerufen werde, hatte schon durch Experimente Klencke im Jahre 1843 und präciser im Jahre 1865 Villemin durch Ueberimpfung tuberkulösen Materials dargethan. In jener Periode hielten sich Zweifler und Anhänger der Lehre die Wagschale und eine größere Sicherheit gaben erst die Versuche von Cohnheim und Salomonsen 1877, die durch Uebertragung des Ansteckungsstoffes in die Augäpfel von Kaninchen die Ansteckung sichtbar machten. Ja, Cohnheim setzte 1880 in einem Vortrag die Gründe für die parasitäre Natur der Tuberkulose so scharf auseinander, daß hier nur die eine Lücke blieb, der Nachweis der Parasiten selbst. Und eben diese Lücke füllte Koch durch seine klassische Entdeckung aus, an deren Einzelheiten bis zum heutigen Tage nichts Wesentliches von Belang hinzuzufügen gewesen ist. Koch zog aus seinen Funden zugleich die hygienischen Folgerungen. Er schloß aus den Eigenschaften dieses Parasiten, der nur bei Blutwärme gedieh, also außerhalb des menschlichen und thierischen Körpers nicht existenzfähig war, der in die Außenwelt nur mittels der vom Erkrankten ausgeschiedenen Krankheitsprodukte gelangen kann, daß mit der Vernichtung dieser Stoffe zugleich die Prophylaxe gegen die Tuberkulose gegeben sei. Es war Koch noch vergönnt, eine zweite Entdeckung von ähnlicher Bedeutung mit Hülfe seiner Methoden zu machen. Als zu Anfang der achtziger Jahre eine neue Pandemie der Cholera Europa bedrohte, wurde er im Auftrage der Regierung als Leiter einer Forschungsexpedition nach Egypten und Indien gesendet und fand hier im Jahre 1883—84 den Erreger der Cholera, den Cholerabacillus, dessen besondere Eigenschaften, dessen feinere Beziehungen zu den Geweben des Körpers und zur Außenwelt er zum Gegenstand seiner Studien machte, ebenfalls unter eifriger Würdigung der Gesichtspunkte, welche sich aus dem Vorkommen des Cholerabacillus in der Außenwelt als wichtig für die Möglichkeit einer Bekämpfung dieser Seuche ergaben. Inzwischen waren es namentlich die Schüler von Koch, welche eine Reihe von spezifischen Bakterien isolirten. Besonders boten die Thierkrankheiten, wie Schweineseuche, Rauschbrand, Rotz, Hühnercholera, Schweinerothlauf, eine reiche Ausbeute. Auch gelang es eine ganze Zahl von besonderen Arten zu

Cohnheim, Julius, geb. 20. Juli 1839 in Demmin. Von 1864 Assistent von Virchow. 1868 Professor der pathologischen Anatomie in Kiel, 1872—1878 in Breslau, von 1878 bis zu seinem Tode 15. August 1884 in Leipzig. Bahnbrechend als Vertreter der experimentellen Pathologie. — Ueber Entzündung und Eiterung 1867. Experimentelle Untersuchungen über die Uebertragbarkeit der Tuberkulose auf Thiere 1868. Die Tuberkulose als Infektionskrankheit. Leipzig 1880. Lehrbuch der allgemeinen Pathologie. 2 Bd. 2. Aufl. 1882.

finden, die für bestimmte Thierarten die Rolle von Krankheitserregern spielten, aber in der menschlichen Pathologie nicht vorkommen, die darum Gelegenheit boten, die feineren Beziehungen zwischen Bacillus und Krankheit zu studiren. Aber auch die Ausbeute von Krankheitserregern beim Menschen war groß. Außer den schon aufgeführten wurden bestimmte Bakterienarten bei dem Unterleibstyphus, dem Wundstarrkrampf, bei der Lungenentzündung, vor Allem aber von Löffler bei der Diphtherie entdeckt. Als im Jahre 1889 die Influenza pandemisch Europa überzog, da fand R. Pfeiffer im Koch-schen Institut mit seinen Methoden deren Erreger. Und als im Jahre 1894 die Pest wieder merklich wurde, gelang es mit Hülfe der Koch-schen Methoden dem Japaner Kitasato, einem Schüler von Koch, und Yersin, einem Schüler von Pasteur, auch für diese Krankheit den spezifischen Erreger zu finden. Für eine ganze Anzahl anderer Krankheiten wurden ebenfalls die spezifischen Erreger nachgewiesen, aber es wurde zugleich dargethan, daß sie nicht der Klasse der Bakterien angehörten, sondern anderen Kleinlebewesen. So wiesen für die Malaria, die Wechsel- und Tropenfieber Laveran und italienische Forscher wie Golgi, Marchiafava und Celli nach, daß deren Parasit ein zur Klasse der Sporozoen gehöriges Lebewesen ist, das hauptsächlich in den Blutkörperchen der befallenen Individuen schmarotzt. Neueste Forschungen aus den letzten Jahren von Monsom und Roß, von Celli und R. Koch haben ergeben, daß diese Parasiten ein Doppelleben führen, wobei die eine Form in den Blutkörperchen der Menschen und mancher Thiere, in denen sie eine untergeordnete Entwicklungsform zeigen, die andere innerhalb des Leibes gewisser Mücken auftritt, in dem sie eine höhere Entwicklungsform erlangen. Dieser Zwischenwirth entnimmt seine Keime dem malariakranken Menschen und überträgt sie durch seine Stiche wieder auf andere. Für viele Krankheiten ist es bis heute noch nicht gelungen, den spezifischen Erreger, der nach allen Analogien vorauszusetzen ist, zu entdecken. Merkwürdiger Weise gehören zu diesen Krankheiten gerade diejenigen, die sich durch besondere Ansteckungsfähigkeit auszeichnen, wie Masern, Scharlach, Pocken, Flecktyphus, Syphilis.

Nachdem man jetzt einmal die belebten Ansteckungsstoffe sichtbar im Reagensglase vor sich hatte, konnte man beginnen ihre Lebens-

Löffler, Friedrich August Johannes, geb. zu Frankfurt a. O. am 24. Juni 1852, studirte als Zögling der militärischen Bildungsanstalten Medizin, wurde 1879 zum Reichsgesundheitsamt kommandirt, wo er bis 1884 unter Koch arbeitete. Seit 1888 Professor der Hygiene in Greifswald. Zur Immunitätsfrage 1881. — Die Aetiologie der Rotzkrankheit 1886. — Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtherie 1884. — Experimentelle Untersuchungen über Schweinerothlauf 1886. — Vorlesungen über die geschichtliche Entwickelung der Lehre von den Bakterien. Leipzig 1887. — Bericht der Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche 1898.

eigenschaften, ihre Beziehungen zu unserer Umgebung, zu Wasser, Luft und Boden zu studiren. Man fand zahlreiche Arten, die keinerlei krankheitserregende Eigenschaften besaßen, die dagegen Gährungserreger waren. Man lernte auch diese isoliren und züchten und auf diese Weise manchen Fortschritt in der Gährungstechnik erzielen. Man entdeckte, daß die Luft nur der Träger derjenigen Keime war, die durch Strömungen von der Erde selbst dorthin aufgewirbelt wurden, aber dort nur kurze Zeit sich hielten, um vermöge ihrer eigenen Schwere allmählich sich wieder zu Boden zu senken. Je größer der Verkehr und die Nähe der Menschen, desto erheblicher der Keimgehalt der Luft. In größerer Höhe und über dem Meere war die Luft ganz oder nahezu keimfrei. Die Pasteursche Annahme der Panspermie aller Keime hielt den Thatsachen gegenüber nicht Stand. Die einzelnen Arten fanden sich nur in unmittelbarem Bereich ihrer thierischen Wirthe oder derjenigen Orte, die ihnen besonders gute Existenzbedingungen boten; sie wurden ausschließlich oder fast ausschließlich durch den Verkehr und durch die Berührung, dagegen nur ausnahmweise durch die Luft weiter verbreitet. Der Erdboden gab namentlich in seinen obersten Schichten mit seinem guten Ernährungsmaterial für Spaltpilze eine überaus reichliche Fundgrube für die allerverschiedensten Bakterienarten und deren Dauerformen ab; aber sein Keimgehalt verminderte sich mit der Tiefe und erlosch schließlich ganz. Das Grundwasser in der Tiefe des Bodens war keimfrei. Das Wasser bildet ein vorzügliches Transportmittel für Keime aller Art; ein günstiger Nährboden war fließendes Wasser dagegen nur für besonders anspruchslose Arten. Aber selbst große Mengen von Bakterien in strömendem Wasser, wie sie einem größeren Flusse durch Verunreinigung bei Durchfluß durch Städte oder gewerbliche Anlagen zugeführt wurden, erhielten sich dort nicht existenzfähig, sie wurden durch Selbstreinigung der Gewässer ausgeschieden, entweder indem sie durch Senkstoffe zu Boden gerissen wurden, oder aus Mangel an Nährmaterial zu Grunde gingen. Eine große Rolle spielte auch die bakterienvernichtende Eigenschaft des Lichts, besonders des Sonnenlichts, dessen chemische Strahlen nicht nur das Auskeimen verhinderten, sondern auch die Bakterien selbst ertödteten.

Eine große Sorgfalt wurde auch dem Studium der Wechselbeziehungen gewidmet, die zwischen der Vermehrung der eingeimpften Bakterien und den in den Phasen der Krankheit reagirenden Geweben des Organismus stattfanden. Ein besonders geeignetes Versuchs-

Pfeiffer, Richard, geb. 27. März 1858 in Zduny. Assistent am Berliner hygienischen Institut 1887—1891. Privatdozent 1891. Seitdem Vorsteher im Institute für Infektionskrankheiten. 1899 als Professor der Hygiene nach Königsberg berufen. — Mikroskopischer Atlas der Bakterienkunde gemeinsam mit C. Fraenkel 1885. — Aetiologie der Influenza 1891. — Arbeiten über Immunität bei Cholera und Typhus. — 1897 Mitglied der deutschen Expedition zur Erforschung der Pest.

objekt bildeten die kleinen Laboratoriumsthiere, wie Mäuse und Meerschweinchen, an denen man bequem mit bestimmten Krankheitserregern arbeiten konnte. Man fand bald, daß die Wirkung der Bakterien eine ganz verschiedenartige war. Einige, wie der Milzbrandbazillus und verschiedene für die kleinen Thiere besonders gefährliche Bakterienarten, „thierpathogene" Formen, vermehrten sich, auch wenn man nur minimale Mengen einimpfte, bis in's Unendliche in dem Organismus des Thierkörpers, in seinen Blutgefäßen oder seinen Geweben und führten schnell und unabwendbar zum Tode. Andere machten herdweise Erkrankungen durch den ganzen Körper oder rein örtliche Erkrankungen, wobei sie bald den Ort der Einimpfung, bald besondere Organe bevorzugten. Wieder andere vermehrten sich nur am Orte der Einimpfung mit ganz geringen örtlichen Erscheinungen, aber am Ort der Einwirkung entstand ein Gift, dessen Aufsaugung verhängnißvoll wurde. Auch das Verhalten des Körpers und seiner Zellen war je nach Thiergattung und Bakterienart ein durchaus verschiedenes. Bald erlag der Organismus scheinbar ohne jede Reaktion dem unaufhaltsam sich vermehrenden Bazillus oder seinem Gift, bald bildeten sich am Ort der Einverleibung starke Entzündungserscheinungen oder reaktive Zellenhäufungen, bald nahmen bestimmte Zellen, die sich am Orte der Krankheit anhäuften, die Eindringlinge in ihr Inneres auf und vernichteten sie durch eine Art Verdauung. Oder die Gewebsflüssigkeit als solche vernichtete die Bakterien, die in dieser zerfielen, und zwar sowohl innerhalb des Körpers, wie im Versuch außerhalb desselben im Reagenzglas. Ueberhaupt stellte sich bald heraus, daß die verschiedenen Thierrassen gegenüber denselben pathogenen Keimen und wieder die verschiedenen Bakterien gegenüber einer bestimmten Thierart ganz verschieden wirkten. Der Milzbrandbazillus, der bei den kleinen Nagern und vielen Wiederkäuern sich unaufhaltsam in der Blutbahn vermehrte, machte z. B. beim Menschen nur eine örtliche Erkrankung und war für Ratten, Hunde und Tauben überhaupt fast harmlos; das Meerschweinchen war für den Hühnercholerabazillus fast unempfänglich, erlag aber rapide dem Gifte des Diphtheriebazillus; das Kaninchen verhielt sich in beiden Fällen umgekehrt, u. s. w.

Die Aussichten, welche das Experiment bot, waren so günstig und die praktische Richtung der Koch'schen Schule war so ausgesprochen, daß das Bestreben aus den Ergebnissen Folgerungen für die Abwehr zu ziehen, bald in den Vordergrund trat. Man studirte auf das Eifrigste die Mittel, die uns zu Gebote stehen, um die Bakterien

Gaffky, Georg, geb. 17. Februar 1850 zu Hannover, Militärarzt 1875—1880, dann Assistent von Koch im Reichsgesundheitsamt, 1883/1884 Theilnehmer der Expedition zur Erforschung der Cholera, 1897 Leiter der deutschen Pestexpedition. Seit 1888 Professor der Hygiene in Gießen. — Bericht der Cholerakommission 1887. — Die Cholera in Hamburg 1893. — Bericht der Pestkommission 1897. Berlin 1899.

zu vernichten. Zahllose chemische Körper wurden in ihren Bakterien vernichtenden Eigenschaften geprüft und viele durch den Gebrauch geheiligten Mittel mußten verworfen werden, wieder andere wurden für gewisse Zwecke in den Vordergrund geschoben. Auch hier war es wieder Koch, welcher zuerst zu Anfang der achtziger Jahre die Grundsätze aufstellte, nach denen man ein Desinfektionsmittel zu prüfen habe. Was er und seine Schüler, Löffler, Gaffky, Hueppe, Wolffhügel u. A. damals an Methoden aufstellten, ist bis zum heutigen Tage vorbildlich und maßgebend geblieben. Nur einige wenige chemischen Mittel erwiesen sich für die Desinfektion brauchbar, von denen jedes für bestimmte Zwecke herangezogen werden mußte, so z. B. Chlorkalk, Quecksilbersublimat und Phenolpräparate für die krankhaften Abgänge. Die Zahl der brauchbaren Mittel ist seither nicht erheblich vermehrt worden, nur ein einziges von mächtiger Wirkung ist in den letzten 5 Jahren hinzugekommen, das Formaldehyd. Dagegen erwiesen sich die physikalischen Methoden der Desinfektion nach den Prüfungen der Koch'schen Schule als außerordentlich werthvoll, nämlich die Vernichtung der Bakterienkeime durch trockene Hitze, strömenden und überhitzten Dampf. Für die Anwendung dieser Methoden wurden die verschiedensten Apparate konstruirt, welche für das Arbeitszimmer des Arztes, für die Operationssäle, für Krankenhäuser, aber auch für die Wohnungsdesinfektion in großen Städten und auf dem Lande (transportable und stationäre Apparate) in allen Größen von der Industrie hergestellt wurden. Erst seit Schaffung dieser Grundlagen mit Hülfe der bakteriologischen Methodik war es möglich geworden, die Desinfektion bei ansteckenden Krankheiten zu einer wirksamen Methode heranzubilden. Die erste öffentliche Desinfektionsanstalt errichtete Berlin 1887 nach den Plänen des Moabiter Krankenhausverwalters Mencke. Alle diese umwälzenden Entdeckungen fallen in die kurze Zeit eines Dezenniums von 1880—1890. Was spätere Jahre hinzugeliefert haben, sind nur prinzipielle unwesentliche Ergänzungen.

Freilich übersah man bei diesen Fassungen einen wichtigen Punkt. Man experimentirte stets an hochempfänglichen Thieren und berücksichtigte nicht, daß die hierbei beobachteten Vorgänge nur eine besondere Form bildeten, die der absoluten Widerstandsunfähigkeit, eine Form, die in der Wirklichkeit auch ihr Analogon hatte, neben der aber zugleich alle anderen Entwicklungsstufen von der absoluten Empfänglichkeit an bis zur absoluten Unempfänglichkeit standen. Man

Hueppe, Ferdinand, geb. zu Heddersdorf 24. August 1852. 1879 als Militärarzt zum Reichsgesundheitsamt kommandirt. 1884 Leiter der bakteriologischen Abtheilung des Laboratoriums von Fresenius in Wiesbaden, seit 1889 Professor der Hygiene in Prag. — Die Methoden der Bakterienforschung. 5. Aufl. 1891. — Die Formen der Bakterien 1886. — Naturwissenschaftliche Einführung in die Bakteriologie 1886. — Handbuch der Hygiene 1899. — Ueber die Ursachen der Gährungen und Infektionskrankheiten 1893. — Zahlreiche experimentelle Arbeiten zur Hygiene, Bakteriologie und über Körperübungen.

ließ gegenüber der am Krankenbette beobachteten Empirie aber nur das Experiment gelten, das einen unter allen Umständen gleichmäßig stark wirkenden Krankheitserreger neben einem in allen Fällen gleichmäßig empfänglichen Opfer anerkannte. Da die Beobachtung der Wirklichkeit auf dieses Schema des Experiments vielfach nicht paßte, so kam es bald zu Gegensätzen, bei denen die Vertreter der experimentellen Richtung auf die Exaktheit ihrer Methodik pochten und im alleinigen Besitz der Wahrheit zu sein beanspruchten. Der dritten Periode war es vorbehalten, diese Widersprüche, die immer hemmender für die Forschung wurden, auszugleichen.

III. Periode.

Schon im Jahre 1880 trat L. Pasteur, der inzwischen vom Chemiker ganz zum Biologen und Experimentator auf dem Gebiete der Infektionskrankheiten geworden war, mit der Entdeckung hervor, daß es möglich sei durch bestimmte Einwirkungen bei der Züchtung krankheitserregender Bakterien deren pathogene Energie ohne sonstige wahrnehmbare Veränderungen ihrer biologischen Eigenschaften abzuschwächen. Ein Thier, das mit diesen abgeschwächten Bakterien geimpft wird, erliegt nicht mehr der Krankheit, sondern überwindet sie unter Fiebererscheinungen oder anderen krankhaften Veränderungen. Hat einmal ein Thier eine solche Impfung mit abgeschwächtem Material überwunden, so ist es in größerem oder geringerem Maße immunisirt, d. h. es überlebt nunmehr auch die Impfung mit der vollkräftigen gleichartigen Bakterienart, der es sonst unfehlbar erliegen würde. Der gedankliche Zusammenhang dieser Pasteurschen Versuche mit der Jennerschen Entdeckung der Kuhpockenimpfung ist, wie schon früher erwähnt, unverkennbar. Die Pasteursche Entdeckung hatte aber noch eine Analogie in einer längst bekannten Thatsache aus der menschlichen Pathologie, daß nämlich ein Individuum, welches eine bestimmte Infektionskrankheit überstanden, für eine mehr oder weniger lange Zeit gegen die Wiedererkrankung an dem gleichen Leiden geschützt ist, also gegen dieses Leiden Immunität erworben habe. Diese Erfahrung hatte man seit Jahrhunderten bei den akuten Ausschlagskrankheiten, wie Pocken und Masern, aber auch bei einigen anderen Krankheiten, wie Flecktyphus gemacht. Die Erscheinung galt nicht für alle Infektionskrankheiten, denn in manchen Fällen schützte die erste Erkrankung durchaus nicht, in anderen machte sie sogar den Organismus für das Befallenwerden mit der gleichen Krankheit direkt empfänglicher. Der Fortschritt gegenüber der Impfung liegt aber in der Anwendung bekannter Größen, der rein gezüchteten Bakterien im Experimente. Pasteur machte seine Versuche mit seinem „achtförmigen Mikroben“ der Hühnercholera und mit dem Milzbrandbazillus. Für letzteren führte er seine Versuche gleich im Großen aus, indem er ganze Heerden größerer Säugethiere, wie namentlich der für Milzbrand hochempfänglichen Hammel, einer wiederholten Impfung mit immer weniger abgeschwächten Milzbrandbakterien unterwarf,

bis er schließlich die Impfung mit vollkräftigen oder wie der technische Ausdruck lautete, vollvirulenten Milzbrandbazillen vollzog. Die Koch sche Schule stand ursprünglich diesen Versuchen zweifelnd gegenüber, zu der Koch schen Lehre von der morphologischen und physiologischen Konstanz der einzelnen Bakterienarten paßte die Entdeckung von der Abschwächung der krankheitserregenden Eigenschaften nicht ganz und erst allmählich unter dem Eindruck der Nachprüfungen verstand sich die Koch sche Schule zu der Anerkenung der Thatsache, daß unbeanstandet der botanischen Artkonstanz die krankheitserregenden Eigenschaften einer spezifischen Bakterienart eine Abschwächung erfahren können. Der Kernpunkt der Pasteur schen Entdeckung, die sich durchaus bestätigte, und für andere Krankheitserreger allgemein erweitern ließ, war der, daß in dem durch Impfung mit abgeschwächtem Material vorbehandelten Thierorganismus, durch Ueberstehen von Krankheitserscheinungen milderer Art, dauernde Veränderungen vor sich gehen, die den Thierkörper befähigen, nunmehr auch den vollgiftigen Krankheitserreger zu überwinden. Diese Entdeckung lenkte die Aufmerksamkeit auf die Veränderungen, die im Organismus in Folge der Einwirkung krankheitserregender Bakterien, namentlich im Falle des glücklichen Ueberwindens einer Krankheit vor sich gehen. C. Flügge und seine Schüler studirten die Erscheinungen, unter denen die parasitären Eindringlinge im befallenen Körper zu Grunde gingen und die Wege, auf denen sie aus dem Organismus wieder ausgeschieden werden und verzeichnete eine Reihe glücklicher, das Dunkel aufhellender Entdeckungen. Der Odessaer Zoologe Elias Metschnikoff ging 1884 von seinem Studium an niederen Thieren, namentlich Insekten, in ihrem Verhalten gegen parasitäre Eindringlinge ganz auf das Gebiet der Parasitenlehre über, dem er seither dauernd als Abtheilungschef im Pariser Institut Pasteur treu blieb. Er stellte die lange von ihm und seinen Schülern vertretene Theorie auf, daß gewisse Zellen des menschlichen Körpers, nämlich die einer Wanderung fähigen weißen Blutkörperchen, die Parasiten in sich aufnähmen und verdauten. Diese Theorie rief eine jahrelange Diskussion und experimentelle Nachprüfung hervor, aus der namentlich durch die Forschungen von P. Baumgarten erwiesen wurde, daß auch in keimfreien Körperflüssigkeiten einfach aus Mangel an Nährmaterial ein Untergang dieser Parasiten möglich sei. Während dieser Streit noch

Flügge, Karl, geb. 9. Dec. 1847 in Hannover. Seit 1874 Assistent am Leipziger hygienischen Institut. 1878 Privatdozent für Hygiene in Berlin, 1883 außerordentlicher Professor in Göttingen, 1885 ordentlicher Professor und Leiter des hygienischen Instituts. Seit 1887 in gleicher Eigenschaft in Breslau. — Handbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden 1881. — Gründung der Zeitschrift für Hygiene gemeinsam mit Koch 1885. — Die Mikroorganismen 1885; 3. Aufl. 1896. — Grundriß der Hygiene 1887. — Zahlreiche experimentelle Arbeiten mit neuen Gesichtspunkten für Milchsterilisirung, Verbreitung ansteckender Krankheiten und Luftinfektion.

wogte, ging Pasteur, der sich als Chemiker weniger um die feineren biologischen Reaktionen sorgte, in der Praxis einen großen Schritt weiter. Es war inzwischen experimentell festgestellt worden, daß nicht nur die nach verschiedenen Verfahren in ihren pathogenen Eigenschaften abgeschwächten Bakterien, sondern auch, daß abgetödtete Bakterien Immunität zu verleihen vermögen. Die Amerikaner Salmon und Smith zeigten zuerst, daß auch die Nährflüssigkeit der Kulturen, auf denen die Bakterien gewuchert und ihre Stoffwechselprodukte abgelagert hatten, nach Abfilterung der Keime selbst, das gleiche Ziel ergaben. Pasteur wandte sich, unbekümmert um theoretische Forschung und lediglich von praktischen Erwägungen geleitet, einer Krankheit zu, deren Erreger weder damals bekannt war, noch bis zum heutigen Tage gefunden worden ist, nämlich der Hundswuth, jenem fürchterlichen Leiden, das in Deutschland sehr selten, in Ländern ohne Maulkorbzwang aber recht große Opfer verlangt. Er konnte die Abschwächung nicht am Krankheitserreger vollziehen, wohl aber am Sitze der Krankheit, dem Rückenmark der durch Uebertragung des Krankheitsgiftes künstlich infizirten Versuchsthiere. Die verschiedenen Grade der Abschwächung erzielte er durch die verschieden lange Dauer der Trocknung. Im Jahre 1884 trat Pasteur mit dieser neuen Entdeckung hervor, die zuerst in Paris, dann in vielen Orten Frankreichs, Rußlands und der romanischen Länder, später in Wien und zuletzt 1898 in Berlin zur Errichtung von Anstalten für die Impfung gegen die Hundswuth führten. Diese Instituts Pasteur sind fast alle seitdem auch zu Arbeitsstätten auf dem Gebiete der Mikroparasitenforschung geworden. Mochten namentlich in den ersten Jahren noch Zweifel gegenüber den glänzenden Statistiken berechtigt gewesen sein, weil natürlich aus der ganzen Welt Jeder, der nur von einem Hunde gebissen war, selbst wenn dieser nicht einmal wuthverdächtig, geschweige denn wirklich wuthkrank gewesen, im Institut sich impfen lassen wollte, so scheint jetzt doch die Frage zu Gunsten der Wirksamkeit dieser Schutzimpfung entschieden worden zu sein, so dunkel auch immer noch der innere Zusammenhang bis heute ist.

Während diese neue Pasteur sche Entdeckung die Runde durch die Welt machte, wurde inzwischen in Deutschland in der Stille des Laboratoriums eifrigst an der Aufklärung des Vorgangs der Immunität gearbeitet. Die Zahl der Krankheiten, in denen durch Einimpfung abgeschwächter Kulturen, abgetödteter Bakterien oder von deren Stoff-

Baumgarten, Paul, geb. zu Dresden 28. August 1848. 1873 Assistent am pathologischen Institut in Leipzig. 1874—1889 Prosektor am pathologischen Institut in Königsberg. Seit 1889 Professor für Pathologie und Bakteriologie in Tübingen. „Ueber Tuberkel und Tuberkulose" 1885. — Ueber die Wege der tuberkulösen Infektion 1883. — Lehrbuch der pathologischen Mykologie. 2 Bd. 1888. — Jahresberichte über die Fortschritte in der Lehre von den pathogenen Mikroorganismen. Seit 1885. — Arbeiten aus dem pathologischen Institut in Tübingen.

wechselprodukten dieses Ziel erreicht wurde, vergrößerte sich. Im Jahre 1889 fanden unabhängig von einander H. Buchner und F. Nissen, letzterer ein Schüler von Flügge, daß in vielen Fällen schon der normale zellenfreie Blutsaft, das Blutserum, die Eigenschaft besitzt, gewisse Bakterien abzutödten. Auf die näheren Verhältnisse und die feineren Beziehungen kann hier nicht eingegangen werden; jedenfalls wies diese Thatsache darauf hin, daß die Vorgänge der Immunisirung sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit im Blute abspielen. Ein Jahr später trat Koch auf dem Berliner internationalen Kongreß mit der Entdeckung auf, daß durch die Einverleibung der Stoffwechselprodukte des Tuberkelbazillus in den tuberkulös erkrankten Organismus bestimmte Vorgänge ausgelöst werden können, die im normalen Organismus nicht eintreten und die im Sinne einer Heilungstendenz sich äußern. Diese Entdeckung war deßhalb überraschend, weil für die Tuberkulose die Möglichkeit einer Immunisirung bisher durch Beobachtungen am Erkrankten keineswegs gestützt war, weil die Erfahrung eher das Gegentheil annehmen ließ. In der That haben spätere Versuche und Beobachtungen von O. Liebreich, Hueppe u. A. ergeben, daß es sich wohl mehr um reaktive Entzündungen nicht spezifischer Art handelt, für die der Organismus der Tuberkulösen besonders empfänglich ist, als um Vorgänge, die in's Bereich der Immunität gehören. Die Flüssigkeit, mit der Koch seine Versuche anstellte, bestand im Wesentlichen aus der durch Hitze abgetödteten und dann eingedampften Nährflüssigkeit, in der die Bacillen künstlich gezüchtet waren; er bezeichnete sie als Tuberkulin und verwandte sie zur Behandlung tuberkulös Erkrankter. Die praktische Erfahrung hat diese Empfehlung nicht bestätigen können und auch ein im Jahre 1897 nach einem neuen Verfahren von Koch hergestelltes „Neutuberkulin" hat keinen besseren Erfolg gehabt. Nur die eigenthümliche Eigenschaft des Tuberkulins, daß Thiere und Menschen, die kleine versteckte Herde von Tuberkulose in sich bergen, bei der Einspritzung minimaler Mengen mit Fieber reagiren, während Gesunde keine Erscheinungen aufweisen, hat dem Tuberkulin eine Bedeutung als diagnostisches Hilfsmittel gesichert. Namentlich zur Erkennung der Rindertuberkulose hat es vielfach Eingang gefunden. Hier steht allerdings der Mißstand der schnellen Gewöhnung entgegen, so daß selbst tuberkulöse Thiere, sobald sie einmal reagirt haben, bei einer erneuten Injektion nicht mehr fiebern. Die meisten Thierärzte halten die diagnostische Bedeutung des Tuberkulins hoch, indeß kommen vereinzelt doch Fehlschläge vor.

Inzwischen war die Forschung über die Art, wie die Bakterien als Krankheitserreger wirkten, durch die Entdeckung wesentlich be-

Buchner, Hans, geb. zu München den 16. Dec. 1850, von 1879—1894 aktiver Militärarzt, 1880 Privatdozent für Hygiene in München, 1892 außerordentlicher und 1894 als Nachfolger von Pettenkofer ordentlicher Professor der Hygiene in München. Zahlreiche Einzeluntersuchungen zur Hygiene, Bakteriologie und Immunität.

reichert worden, daß manche Bakterien dem Organismus nicht durch ihre Vermehrung oder durch die Zerstörung, die sie im Körper erzeugten, gefährlich wurden, sondern, wie die höheren Pilze, durch giftige Wirkungen. Entweder bildeten sie selbst ein Gift, das in der Nährflüssigkeit oder im thierischen Gewebe aufgelöst war, oder ihre eigene Leibessubstanz war für den Organismus giftig. Die so entstandenen Körper stellten sich als lösliche Eiweißverbindung von höchst komplizirter Zusammensetzung heraus, die schon in ungemein kleinen Mengen verhängnißvoll wirkten. Die Entdeckung dieser Stoffe fiel in den Anfang der neunziger Jahre, man bezeichnete sie als Toxalbumine. Namentlich waren es die Franzosen Yersin und Roux, die für den Diphtheriebazillus diesen Nachweis führten, ferner C. Fränkel und L. Brieger, die Methoden zur Herstellung dieser Gifte ausarbeiteten. Auch für den Tetanusbazillus, den Bazillus des Wundstarrkrampfes, gewannen L. Brieger und Kitasato dieses in ungemein kleinen Mengen giftige Prinzip. Ebenso wurde von Pfeiffer und Hueppe für den Cholerabazillus die giftige Wirkung nachgewiesen, wobei sich eine lange Diskussion erhob, ob die Leibessubstanz oder die Stoffwechselprodukte das giftige Prinzip darstellten. Die Streitfrage ist zu Gunsten der ersten Annahme entschieden worden. Eine weitere Entdeckung dieser an Funden so reichen Jahre war die, in die sich C. Fränkel und Brieger einerseits, Behring andererseits theilten, daß es auch mit Hülfe dieser Toxalbumine gelänge, Thiere gegen die Vergiftung zu immunisiren. Man mußte daher jetzt zwischen der Immunisirung gegen das giftige Prinzip und der gegen Infektion trennen. Einen weiteren Fortschritt ergaben die schönen Untersuchungen von P. Ehrlich, der 1892 für bestimmte, starke pflanzliche Gifte nachwies, daß auch bei diesen der gleiche Vorgang der Giftimmunisirung experimentell möglich ist, und daß hier wie bei den bakteriellen Giften ganz bestimmte quantitative Beziehungen zwischen der Größe der immunisirenden Dosis und der Höhe der erreichten Giftfestigkeit bestehen. Ehrlich wies

Fraenkel, Carl, geb. 2. Mai 1861 zu Charlottenburg. Seit 1885 Assistent am hygienischen Institut zu Berlin, 1888 Privatdozent, 1889 Professor der Hygiene in Königsberg, später in Marburg, seit 1895 in Halle. — Grundriß der Bakterienkunde 1886; 6. Aufl. 1891. — Atlas der Bakterienkunde (mit R. Pfeiffer) 1889. — Einzeluntersuchungen hygienischen und bakteriologischen Inhalts, namentlich zur Trinkwasserfrage, zu den Bakteriengiften u. s. w.

Behring, Emil, geb. 15. März 1854 in Hansdorf bei Deutsch-Eylau. Anfangs Militärarzt. Seit 1889 Assistent am hygienischen Institut zu Berlin, 1891 am Institut für Infektionskrankheiten. 1894 als Professor der Hygiene nach Halle berufen, seit 1895 in gleicher Stellung in Marburg. — Gesammelte Abhandlungen zur aetiologischen Therapie 1893. — Die Blutserumtherapie, 2 Th., 1892. — Die Geschichte der Diphtherie 1893. — Die Bekämpfung der Infektionskrankheiten 1894. — Allgemeine Therapie der Infektionskrankheiten 1898. — Beiträge zur experimentellen Therapie 1898.

dann weiter nach, daß diese erworbene Immunität nicht vererblich ist, während bei der angeborenen Immunität eine solche Vererbung thatsächlich besteht. Es führte diese Entdeckung dazu, die angeborene, die Rassenimmunität prinzipiell von der durch künstliche Einverleibung immunisirender Stoffe erworbenen zu trennen.

Die bisherige Form der experimentell erzeugten Immunität gegen das giftige Prinzip gewisser Bakterien war ein aktiver Vorgang, der eine geraume Zeit anhielt und durch reaktive Veränderungen im Thierkörper erzeugt war. Jetzt gelang es Emil Behring durch zahlreiche Versuche, die in die Jahre 1891—1893 fielen, eine neue glänzende Entdeckung zu machen. Es war erwiesen, daß die neutralisirenden Substanzen im Blutserum enthalten waren. Behring injicirte dieses Blutserum, das er dem Körper immunisirter Thiere entnahm, in den Organismus anderer Thiere und fand, daß nun auch diese durch eine passive Immunität gegen die nachfolgende Vergiftung mit gleichartigem Gifte geschützt waren. Diese passive Immunität hielt so lange vor, als das injicirte Serum im Kreislaufe des Thieres noch zirkulirte, sie verschwand mit dessen Ausscheidung im Gegensatze zu der lange anhaltenden Wirkung der aktiven Immunisirung. Behring stellte zahlreichste mühselige Thierversuche an, um die quantitativen Verhältnisse dieser Giftneutralisirung festzustellen. Gegenstand seiner Untersuchungen waren hauptsächlich Tetanus oder Wundstarrkrampf und Diphtherie. Als er durch steigende Dosen der einverleibten Gifte ein Serum von genügender Wirksamkeit gewonnen zu haben glaubte, schritt er zur Uebertragung seiner Versuche auf die Behandlung des erkrankten Menschen. Auf dem Pester Hygienekongreß und der bald folgenden Naturforscherversammlung zu Wien im Jahre 1894 empfahl er die Behandlung der Diphtherie mit dem Serum hochgradig aktiv immunisirter Pferde. Seitdem hat die Serumtherapie der Diphtherie einen Triumphzug durch die ganze Welt angetreten und gilt heute als die wirksamste Behandlung. Die nach analogen Prinzipien angestellte Behandlung des Wundstarrkrampfes hat dagegen, was auffällig ist, vollständig versagt. Auch gegen die Diphtherieserumbehandlung wandte sich vielfach die Kritik. Namentlich waren es O. Rosenbach, M. Kassowitz und A. Gottstein, die die Berechtigung bestritten, aus der Abnahme der Diphtheriesterblichkeit, die thatsächlich seit Einführung des Serums an den meisten Orten ganz auffallend eintrat, den Schluß zu ziehen, daß deren Eintritt die Folge der Serumtherapie sei. Die Gründe waren außer der Beanstandung der ursächlichen Bedeutung des Diphtheritiebacillus vorzugsweise epidemiologisch-statistischer Natur. Die Diphtherie tritt nicht stets in gleicher Stärke auf, sie zeigt unregelmäßige größere und kleinere Schwankungen. Die Einführung der Serumbehandlung fällt zusammen mit einem in vielen Ländern eingetretenen Niedergang der Krankheit, der schon vor Einführung des Serums begann. In Städten und Ländern, in denen gerade ein Anstieg der Krankheit stattfand, wie in manchen Orten Amerikas, in

Triest, Moskau und Petersburg, ist trotz der Einführung des Serums die Sterblichkeit sogar angestiegen, in London ist sie die gleiche geblieben und nur dort, allerdings ganz erheblich, gesunken, wo schon vorher ein Abfall sich ankündigte. Wäre das Princip der Behring-schen Entgiftungsmethode richtig, so mußte es sich vor Allem bei Krankheiten erweisen, die von epidemiologischen Schwankungen frei sind, wie dem Wundstarrkrampf; hier aber hat es anerkanntermaßen vollkommen versagt, hier ist die Sterblichkeit dieselbe geblieben, wie vorher. Es muß betont werden, daß die überwiegende Mehrzahl der Praktiker diese Gründe nicht gelten läßt, und daß von diesen die Serumbehandlung der Diphtherie als die wirksamste Methode hingestellt und ihr allein die wenigstens in Deutschland seit der Mitte der neunziger Jahre beobachtete enorme Abnahme der Diphtheriesterblichkeit zugeschrieben wird.

Die Behring'sche Entdeckung, deren theoretische Bedeutung außerordentlich groß ist und der die Erfolge der Praxis einen wirkungsvollen Nimbus gaben, wurde bald als eines der allgemeinsten Grundgesetze hingestellt, das kritiklose Nachbeter willkürlich auf alle möglichen Krankheiten ausdehnten. In der Wirklichkeit hat nur Weniges Stand gehalten. Die Frage der Wirksamkeit bei der Pest, ist noch ganz ungelöst; stutzig muß es machen, daß die Vertreter der großen Expeditionen nach Indien, der deutschen und österreichischen, sich durchaus skeptisch über die Wirksamkeit aussprachen. Beim Schlangengift scheint die Wirksamkeit allerdings erwiesen. Was aber übereifrige Jünger für alle möglichen Krankheiten von der Ausdehnung des Behring'schen Prinzips, das doch nur für Vergiftungen gilt, erhofft haben, dem hat die Wirklichkeit nicht entsprochen. Dagegen bot die Behring'sche Forschung ein reiches Feld für viele experimentelle Untersuchungen, die der Aufklärung der feineren Vorgänge gewidmet waren. Hier sind es namentlich die staunenswerthen Untersuchungen von P. Ehrlich, der divinatorisch die innigen Beziehungen zwischen den einzelnen Geweben des Körpers und dem immunisirenden Gift in Gesetze zu bringen und dem Verständniß durch geistvolle Hypothesen näher zu rücken versuchte. Indeß sind gerade diese ungemein komplizirten Lehren von Ehrlich ausschließlich medizinischen Inhalts und ohne Einfluß auf die Ausgestaltung der Hygiene.

Die Fülle neuer Thatsachen, welche das bakteriologische Experiment aufdeckte, hatte, wie schon früher angedeutet, allmählich doch dazu verführt, daß die Vertreter der lediglich experimentellen Richtung die Tragweite der Methodik überschätzten und wo der Thierversuch in seinen Ergebnissen in einen Widerspruch mit den bisherigen Beobachtungen gerieth, verlangten, daß die letzteren zu Gunsten der ersteren eine Umdeutung erführen. Dadurch entstand allmählich eine latente Opposition gegen die bakteriologischen Schemata der ansteckenden Krankheiten, die zu Anfang der neunziger Jahre offenkundig wurde. Der Gegenstand des Streits war mit kurzen Worten der folgende. Der Bakteriologe beschäftigt sich überwiegend mit den äußeren

Krankheitserregern, deren Einwirkung auf den Organismus er der Einfachheit wegen besonders an hochempfänglichen Thieren studirte. Denn diese geben die beste Gelegenheit festzustellen, wie sich der Ansteckungsstoff vom Erkrankten auf den Gesunden weiterverbreitet, auf welchen Wegen er in den thierischen Organismus eindringt und von diesem ausgeschieden wird, sowie welche weiteren Veränderungen im Organismus die Folgen dieses Eindringens sind. Schon der bakteriologische Versuch stellte dabei fest, daß die pathogene Eigenschaft eines Krankheitserregers seine wandelbarste Eigenschaft ist. Derselbe Parasit, der die Vertreter einer Thierrace aufs Schnellste vernichtete, war für eine verwandte Thierrace, ja für eine Spielart derselben durchaus harmlos. Man fand ferner, daß viele Parasiten, die harmlos auf der Körperoberfläche oder auf den Schleimhäuten des Organismus vegetirten, unter besonderen Bedingungen, bei denen eine Schwächung des Wirthsorganismus durch andere Krankheiten eintrat, auf einmal die Rolle von echten Krankheitserregern gewannen. Besonders die klinische Bakteriologie des Menschen, die eifrig gepflegt wurde, lehrte eine ganz große Zahl von Fällen kennen, in denen diese an sich harmlosen Wohnparasiten der Menschen unter besonderen Verhältnissen Erzeuger von Krankheitsvorgängen wurden. Die nächste Aufgabe war, analog dem Thierversuch rein auf den Wegen der Beobachtung festzustellen, ob der Mensch in jedem besonderen Falle spezifischer bakterieller Krankheit dem Parasiten als absolut widerstandslos, absolut immun oder in einem Zwischenverhältniß gegenseitiger Anpassung gegenüber steht. Es zeigte sich nun, daß in vielen Fällen der spezifische Parasit genau so wie im Thierversuch Krankheitserscheinungen bis zum tödtlichen Ende herbeiführen *kann*, daß er solches aber nicht in jedem Falle bewirken *muß*. So ist der Tuberkelbacillus einer der verbreitetsten Schädlinge, dem mehr Menschen erliegen, als den meisten anderen parasitären Erkrankungen. Der Mensch verhält sich aber absolut anders als das empfängliche, stets als Paradigma dienende Versuchsthier, das Meerschweinchen. Das letztere erliegt unter allen Umständen und unter stets gleichartigen Krankheitserscheinungen der Einimpfung des Parasiten, selbst bei geringen Mengen des Impfmaterials. Von den Menschen geht ebenfalls ein beträchtlicher Bruchtheil in Folge des Eindringens des Tuberkelbacillus durch dessen ungehinderte Vermehrung im Organismus zu Grunde. Aber eine noch beträchtlichere Zahl Menschen, die Mehrzahl, wenn nicht alle Menschen, sind während der Dauer ihres Lebens einmal Gefahr gelaufen, mit dem Tuberkelbacillus in Berührung zu kommen; sie haben ihn eingeathmet, mit der Nahrung aufgenommen, in kleine Hautwunden einverleibt; er wird an dem Ort des Eindringens genau wie beim Versuchsthier in den benachbarten Lymphdrüsen abgefangen, aber dort ruht er als harmloser Fremdkörper und geht meist ohne Schaden anzurichten zu Grunde, während er beim empfänglichen Thiere die Drüse zerstört und von dort aus sich über alle Organe erstreckt. Auch beim Menschen bewirkt er das Gleiche in einem Bruchtheil der Fälle; da diese aber

die Minderzahl darstellen, so müssen eben noch besondere Bedingungen vorliegen, die auf der Seite der Zustände des Wirthsorganismus liegen und mit der Natur des Parasiten an sich nichts zu thun haben. Man bezeichnet diese Momente, die sehr vielgestaltig sind, als die „Disposition" des Wirthsorganismus. Und wie beim Tuberkelbacillus, so stellte die klinische Beobachtung und die bakteriologische Prüfung das gleiche Verhältniß für geradezu alle specifischen Bakterienkrankheiten des Menschen fest, nur daß für eine jede das quantitative Verhältniß für Disponirte und Unempfängliche wechselte. So fand man in der Hamburger Choleraepidemie zahlreiche „Choleragesunde", die genau wie die von der Seuche befallenen Menschen aus ihrem Darm vollgiftige Bakterien ausschieden, ohne je die geringste Krankheitserscheinung zu zeigen. So fand man den Diphtheriebacillus bei einem erheblichen Bruchtheil ganz gesunder Menschen als häufigen Befund, ja, sogar bei anderen Krankheiten, die mit der klinischen Diphtherie garnichts zu thun haben. Die Vertreter der orthodoxen Bakteriologie zogen hieraus den berechtigten Schluß, daß als Verbreiter der Ansteckung diese Individuen genau so sehr in Frage kommen, wie diejenigen, die auf das Eindringen des Bacillus mit Krankheitserscheinungen reagiren. Sie zogen aber nicht den weiteren Schluß, daß für die Entstehung und Bekämpfung der Krankheit die disponirenden, außerhalb der Bakteriensphäre liegenden Momente ebenso herangezogen werden müssen, wie die äußeren Feinde. Dieses Zugeständniß mußte ihnen in hartem Kampfe unter dem Druck der Thatsachen erst langsam abgerungen werden. Es war zuerst wieder Virchow, der schon im Jahre 1880 in seinem Aufsatz „Ueber Krankheitswesen und Krankheitsursache", die Bedeutung des Organismus für die Entstehung der Krankheit scharf betonte. Damals verhallten seine Worte. Zu Anfang der neunziger Jahre formulirte dann O. Rosenbach in seinem Werke „Grundlagen, Aufgaben und Grenzen der Therapie", in dem auch er den Anschauungen seiner Zeit voraus war, in scharfen, klaren Ausführungen die oben entwickelten Gedanken. Auf größere Kreise wirkte erst der Selbstversuch des alten Pettenkofer, der immer schon die Lehre vertreten hatte, daß die Eigenschaften des Bacillus die Epidemiologie der Cholera allein nicht erklärten. Pettenkofer nahm gemeinsam mit seinem Assistenten Emmerich im Jahre 1892 eine größere Menge Cholerabakterien in Reinkultur zu sich, ohne daß beide irgend welche Krankheitserscheinungen zeigten, die auf Cholera hätten bezogen werden können. Dieser heldenmüthige Versuch machte allerdings nachhaltigen Eindruck und erschütterte die Lehren der orthodoxen Bakteriologie von der ausschließlichen Bedeutung des Krankheitserregers. Nicht lange darauf präzisirte im Jahre 1893 auf der Nürnberger Naturforscherversammlung Hueppe die Beziehungen der Bakterien zu den Krankheiten, die als das auslösende Moment des Krankheitsvorganges dort auftreten, wo eine Krankheitsanlage besteht. Für diese Beziehungen stellte im Jahre 1894 der Berliner Pharmakologe

O. Liebreich das kurze Schlagwort „Nosoparasitismus" auf. Es sollte mit ihm bezeichnet werden, daß die pathogenen Bakterien zwar die Erzeuger spezifischer Krankheitsvorgänge sind, aber nur dort, wo ihrer Ausbreitung schon vorher Zustände den Weg vorbereitet haben, die vom Gesichtspunkte des Arztes und der ihm gestellten Aufgaben ebenfalls als krankhafte und der Bekämpfung bedürftige Befunde aufgefaßt werden müssen. A. Gottstein stellte dann die klinischen und epidemiologischen Vorgänge, die den Einzelorganismus oder eine Vielheit von Menschen für eine bakterielle Schädlichkeit empfänglich machen, in seiner „Allgemeinen Epidemiologie" 1897 zusammen. Der Berliner Chirurg C. L. Schleich bewies, daß auch für die chirurgischen Wundinfektionskrankheiten, von denen ja die ganze Lehre der Bakteriologie ihren Ausgang nahm, wenigstens beim Menschen dasselbe Prinzip gilt, nach dem disponirende Momente chemischer oder physikalischer, insbesondere mechanischer Natur erst der Verbreitung des infizirenden Agens Vorschub leisten müssen und in allerneuester Zeit stellte sich in seiner „Pathogenese" der Rostocker Kliniker Martius auf den gleichen Standpunkt, indem er das in jedem Falle schwankende Wechselverhältniß zwischen Krankheitserreger und Krankheitsanlage als maßgebend für die Entstehungen von Krankheitserscheinungen hinstellte.

Mit dem Siege dieser letzteren Anschauung war nicht bloß für den Arzt, sondern für den Hygieniker und Seuchenforscher außerordentlich viel gewonnen. Die orthodoxe Bakteriologie kannte als Mittel zur Verhütung und Bekämpfung der Krankheit nur die Vermeidung der Infektion, vor der sich jeder Einzelne sorgfältig zu schützen hatte und die Vernichtung der Ansteckungsstoffe, die am Erkrankten oder an dem der Ansteckung Verdächtigen hafteten und von ihm nach Außen befördert wurden. Soziale Mißstände galten ihnen als seuchenbefördernde Vorgänge nur insoweit, als sie der Weiterverbreitung des Ansteckungsstoffes Vorschub leisteten, nicht aber dadurch, daß sie den Organismus für die Ansteckung empfänglicher machten. Die Folge der Popularisirung dieser Auffassung war die bleiche Bakterienfurcht unserer Tage, die in dem nächsten Freunde nur den Träger der Ansteckung sah, jede Berührung beanstandete, jeden Genuß vergällte und das Heil nicht in der Ausbildung der Reinlichkeit, sondern weit darüber hinaus in der Absperrung vor allen vorhandenen und geträumten Kontagien sah, während doch der Fortschritt der Forschung bei der Durchsuchung unserer nothwendigsten Nahrungsmittel, Verkehrswege und Lebensbeziehungen immer neue, ungeahnte „Schlupfwinkel der Feinde der Menschheit" aufdeckte. Im Gegensatz zu dieser jeden ruhigen Lebensgang vernichtenden Auffassung konnten die Vertreter der Dispositionslehre mit immer größerem Nachdruck durch die Wucht der Thatsachen darauf hinweisen, daß gerade die eine Zeitlang zu wenig beachteten, die Widerstandskraft des Organismus bedrohenden Störungen, welche einer Behandlung voll zugänglich sind, erst die uns stets umgebenden Krankheitserreger

zu einer persönlichen Gefahr machen. Diese sind nicht mit den Geschossen zu vergleichen, die aus der Masse der Truppen bald den, bald jenen hinstrecken, sondern mit den Feuerfunken, die ein blinder Zufall ausstreut, die aber nur zünden, wo sie einen brennbaren Gegenstand treffen. Und was für das Einzelindividuum gilt, das beständig der Berührung mit unseren einheimischen Krankheitserregern ausgesetzt ist, das gilt unter ähnlichen Verhältnissen für die gesammte Bevölkerung gegenüber den Gefahren der Seuchen. Auch hier ist die Entstehung der Seuche an die Voraussetzung gebunden, daß die Widerstandskraft einer größeren Zahl gegenüber den von außen eingeschleppten Keimen herabgesetzt ist; sei es, daß diese durch eine angeborene hochgradige Empfänglichkeit an sich sehr gering ist, wie dies bei der Pest der Fall zu sein scheint; sei es, daß sie durch abnorme klimatische Einwirkungen oder ungünstige Lebensbedingungen vermindert wird, wie bei den Sommerepidemien der Cholera und zwar sowohl der indischen wie der einheimischen Cholera der Kinder. So erklärt sich der Zusammenhang zwischen Flecktyphusepidemien und Kriegen oder Hungersnöthen, bei denen die sozialen Mißstände nicht nur der Verbreitung des Ansteckungsstoffes Vorschub leisten, sondern zugleich auch die Empfänglichkeit der nothleidenden Kreise erhöhen. Am deutlichsten zeigte sich dieser Zusammenhang bei der Aufklärung der Zunahme der Tuberkulose mit dem Anwachsen der industriellen Bevölkerung. Hier wies schon die Statistik zu Anfang der achtziger Jahre nach, daß ganz besondere Beziehungen zwischen der Beschäftigung und Lebensweise einerseits, der Erkrankungsziffer andererseits bestehen und daß die Tuberkulose für die industrielle Thätigkeit in gewissen Berufsarten eine immer verhängnißvollere Rolle zu spielen begann, während in der Gesammtbevölkerung sogar die Zahl der Todesfälle eine Abnahme erfuhr. Hier zeigte sich unbeschadet der selbstverständlichen Voraussetzung, daß die Erkrankung des Einzelfalles nur durch direkte Uebertragung des Tuberkelbacillus entsteht, eine Parallele zwischen sozialen Zuständen und Ausbreitung der Krankheit. Während die auf große Strecken spärlich vertheilte landwirthschaftliche Bevölkerung eine geringe Erkrankungsziffer aufweist, zeigt die industrielle Bevölkerung, die in engen Wohnungen dicht eingepferdht, deren Luftgenuß beschränkt und die der Gefahr der Staubeinathmung ausgesetzt ist, so enorme Erkrankungszahlen, daß es im Interesse des allgemeinen Wohles liegt, dagegen Maßregeln zu treffen. Und als im Jahre 1899 in Berlin der erste internationale Kongreß zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit zusammentrat, da war man sich durchaus darüber einig, daß zwar selbstverständlich das von dem Erkrankten ausgeschiedene Kontagium mit allen Mitteln vernichtet werden müsse, daß aber auf diesen Punkt die Prophylaxe sich nicht beschränken dürfe. Hierzu gehört vielmehr erst die Bekämpfung der angeführten disponirenden Momente. Die Einstimmigkeit, mit der der Kongreß sich zu diesem Standpunkt bekannte, bezeichnet den Sieg der dispositionären Auffassung über die einseitige

Lehre von der ausschließlichen Bedeutung der Kontagion, sie bedeutet nach einem langen, an glänzenden Entdeckungen reichen Umweg die Rückkehr zu der ursprünglichen Auffassung von Virchow, daß die Möglichkeit für die eingeschleppten spezifischen Krankheitskontagien im Organismus Boden zu finden, regelmäßig vorangegangene Störungen in der Gesundheit der Völker voraussetzt.

Die Rückkehr zu diesen Standpunkt bezeichnet aber auch in anderer Hinsicht einen großen Fortschritt. Die Seuchen und zwar sowohl die endemischen, wie die gelegentlich auftretenden exotischen Epidemien, bedeuteten durch ihre Verluste an Menschenleben, an Arbeitsleistung seitens der Erkrankten und an Geld, das zur Pflege und zur Bekämpfung der Krankheit aufgewendet werden muß, unter allen Umständen einen Schaden für die Gesellschaft. Sie sind aber nicht alle durchaus schädlich, sondern sie ziehen unter gewissen Bedingungen einen indirekten Gewinn nach sich. Diesem Gewinn soll der Umstand nicht zugerechnet werden, daß wir durch den Ausbruch der exotischen Seuche, durch Ueberhandnehmen einer endemischen Krankheit auf Mißstände in unseren sozialen Zuständen hingewiesen werden; denn dieser Gewinn ist unter allen Umständen zu theuer erkauft. Wohl aber stehen bestimmte Seuchen von geringer Gefährlichkeit im Dienst der Auslese in der Racenentwicklung. Die Gefahr einer Seuche hängt stets ab von dem Verhältniß der krankheitserzeugenden Kraft zu der durchschnittlichen Widerstandskraft der Bevölkerung. Daher sind Pest und Cholera so gefährliche Gäste, weil ihnen gegenüber die durchschnittliche Widerstandskraft verhältnißmäßig gering ist. Es giebt aber eine ganze Zahl von endemischen Krankheiten, denen die Durchschnittskraft der Bevölkerung unter allen Umständen gewachsen ist und denen nur die schwächsten Individuen erliegen, solche, deren Ueberleben in größerer Zahl für die Entwicklung der Race sogar ein Nachtheil wäre. Vom Standpunkte einer Racehygiene, die nicht nur die augenblicklich lebende Generation, sondern auch die kommenden Geschlechter berücksichtigt, ist man genöthigt, diese besondere Wirkung gewisser Seuchen zu beachten. Der Gesichtspunkt ist nicht neu; schon Virchow sprach lange vor Darwin im Jahre 1848 sich dahin aus, daß gewisse Krankheitszustände sich vollenden, indem sie ihre Träger vernichten und die kommende Generation durch ihre eigene Vernichtung emanzipiren. In der That kommt die Austilgung schwächlicher Individuen besonders bei erblicher Belastung vor. Gerade die durch Syphilis und Alkoholismus der Väter belasteten Nachkommen erliegen besonders zahlreich denjenigen endemischen Seuchen, die von gesunden Kindern überwunden werden. Man hat in der neuesten Zeit diese Gesichtspunkte, die schon Malthus und Herbert Spencer andeuteten, eifriger verfolgt und namentlich A. Ploetz in seinem Buch „Ueber Racenhygiene“ hat die selektorische Bedeutung der Seuchen gewürdigt. Von anderer Seite wurde diese Auffassung, die doch nur Thatsachen feststellte, als ein modernes Spartanerthum hingestellt und bekämpft. Man vergißt dabei, daß die Aufgaben des

Arztes und Hygienikers grundverschieden sind. Der Arzt hat unter allen Umständen alles aufzubieten, um ein bedrohtes Menschenleben zu erhalten, gleichgiltig wieviel es für die Gesammtheit werth ist, denn der Arzt ist in erster Linie Individualist. Der Hygieniker kennt dagegen nur die durchschnittliche Gesundheit einer Mehrheit von Individuen. Aber für ihn ist der Begriff der Schädlichkeit kein absoluter, sondern ein relativer, bezogen auf die durchschnittliche Widerstandskraft der Gesellschaft. Er kann seine Maßregeln nicht nach der Rücksicht auf die Schwächsten treffen, weil er dadurch gerade dem Fortschritt der Gesammtheit und ihrer Entwicklung für die Zukunft Nachtheile zufügen müßte. Denn nur im Kampfe mit gewissen Gefahren, deren Höhe aber die durchschnittliche Widerstandskraft nicht übersteigen darf, entwickelt sich die Fähigkeit zur Abwehr, nicht aber durch Schonung und mangelnde Uebung der uns von der Natur verliehenen Abwehrmechanismen gegen äußere Gefahr. Die kontagionistische Richtung nun stellte sich lediglich auf den individualistischen Standpunkt, für sie waren die krankheitserregenden Bakterien eine Schädlichkeit an sich, deren Höhe sie an der Widerstandkraft der schwächsten Mitglieder der Gesellschaft maß, nicht an der des Durchschnitts. Erhaltung unter allen Umständen war ihre Losung, selbst auf Kosten der Uebung gegen Gefahren und auf Kosten der nächsten Generationen. In der Fernhaltung von jeder Berührung mit Bakterien, auch der harmlosesten, wurde das Heil gesucht, nicht in der Stählung der Widerstandskraft durch stete Auseinandersetzung.

Auch hier bahnt sich in den letzten Jahren ein Umschwung an. Es rang sich die Erkenntniß durch, daß die bisherige Auffassung der Gesundheitslehre, die ihren Höhepunkt in der Erforschung der direkten Krankheitsursachen bei ansteckenden Krankheiten erreichte, nur eine negative Hygiene darstellte, eine Abwehr abnormer Zustände. Es erschien nunmehr als mindestens ebenso dringlich, diesen Bestrebungen gegenüber eine positive Gesundheitslehre anzubahnen, die nicht lediglich die schon bedrohte oder zuvor geschädigte Gesundheit und deren Wiedererlangung zum Gegenstand der Forschung machte, sondern umgekehrt dahin zielte, die durchschnittliche Gesundheit und Widerstandskraft zu erhöhen. Die Bezeichnung der positiven Hygiene rührt von H. Buchner her, selbst einem der hervorragendsten Bakteriologen, der auf der Frankfurter Naturforscherversammlung im Jahre 1896 dem Prinzip der Schonung dasjenige der Uebung entgegengesetzt wissen wollte, zum Schutze der lebenden Generation und im Interesse der Förderung kommender Geschlechter. Er bewegte sich hierbei in einem Gedankengange, den gleichzeitig mit ihm und nach ihm vor allem F. Hueppe, dann A. Ploetz und A. Gottstein vertraten. Er lenkte aber damit gleichzeitig in diejenigen Bahnen zurück, die schon lange vor ihm sein Lehrer, der Altmeister und der Begründer der Hygiene, Max von Pettenkofer als die Aufgabe der Hygiene hingestellt hatte. Schon Pettenkofer bezeichnete als Forschungsgebiet der Hygiene alles

das, „was zur Erhaltung und Stärkung jedes normalen körperlichen und seelischen Zustandes beiträgt, welchen man Gesundheit nennt und der aus einer Summe von Funktionen des Organismus besteht, deren harmonisches Zusammenwirken es uns erleichtert, den Kampf ums Dasein zu bestehen. — Die Störungen dieser Harmonie heißen Krankheiten. Die Bestrebungen, die Ursachen und die Natur der Krankheiten zu erkennen, hat die medizinische Wissenschaft in der Pathologie, und die Bestrebungen, die Krankheiten zu heilen, in der Therapie zusammengefaßt und weiter entwickelt. Erst jetzt fängt man an, es auch als besondere medizinische Aufgabe zu betrachten, die Mittel zu studiren, welche man anwendet, um den gesunden Zustand des Körpers nicht nur möglichst zu bewahren, sondern auch möglichst zu erhöhen."

Die bakteriologische Periode ist die erfolgreichste Frucht des naturwissenschaftlichen Jahrhunderts auf dem großen Gebiete der Medizin; als Methode für Medizin und Hygiene unentbehrlich, als selbstständige Disziplin beispiellos durch die Zahl ihrer schwerwiegenden Entdeckungen. Ihre Hauptvertreter Pasteur, Koch, Behring haben sich unsterblichen Ruhm für alle Zeit erworben. Und dennoch ist diese Periode im Sinne einer weiteren Auffassung nur die Fortsetzung der mittelalterlichen Gesundheitslehre, die ihre Aufgaben lediglich in der Abwehr abnormer Zustände suchte. Es ist interessant, daß gerade sie in ihrer Entwicklung zur positiven Hygiene drängt, zum Studium der Erhöhung der Gesundheit, also zu derjenigen Aufgabe, die Pettenkofer aufgestellt und durch deren Formulirung er zum eigentlichen Begründer der modernen Hygiene geworden ist.

Die Experimentelle Hygiene.

Die Bedeutung Pettenkofers für die Entwicklung der Hygiene in Deutschland ist eine ebenso weittragende wie eigenartige. Er schuf sich selbst vermöge seiner Persönlichkeit ein Arbeitsgebiet, das er ganz seiner Auffassung nach abgrenzte und dessen Inhalt er selbst ausbaute. Fast jede Thätigkeit auf dem Gebiet der Hygiene, die vor seiner Zeit lag und ebenso das ganze große Gebiet der Infektionslehre und Bakteriologie, das der Bedeutung seiner Entdeckungen nach in der Geschichte des neunzehnten Jahrhunderts einen Hauptraum einnimmt, mußte negativ definirt werden; es handelte sich um die

Pettenkofer, Max v., geb. zu Lichtersheim bei Neuburg a. d. Donau 3. Dec. 1818, studirte Medicin und Chemie, namentlich unter Liebig, promovirte 1843 in München und trat 1845 als Assistent beim Hauptmünzamt ein. 1847 außerordentlicher Professor der diätischen Chemie in München, wodurch er allmählich der Hygiene zugeführt wurde. 1853 als ordentlicher Professor kämpfte er für Errichtung hygienischer Lehrstühle, deren erster ihm 1865 übertragen wurde. 1875 wurde das erste hygienische Institut in München unter seiner

Schaffung von Abwehrmaßregeln gegen Schädlichkeiten. Die Forschung befaßte sich mit der Gesundheit nur soweit, als deren Störung durch abnorme Vorgänge zur Beobachtung kam. Die Träger dieser Forschung waren fast ausschließlich Männer, die aus dem Beruf der Aerzte hervorgegangen waren, die also von vornherein dazu neigten, den Verlauf der Erscheinungen unter abnormen Bedingungen zum Gegenstand ihres Forschens zu machen. Pettenkofer war ursprünglich von Beruf weniger Arzt, als Chemiker, aber auch physikalisch hervorragend ausgebildet und auf der Höhe naturwissenschaftlicher Anschauungen stehend. Waren die bisherigen Forschungen der Hygiene daher überwiegend Gesellschaftspathologie, so bezeichnete Pettenkofer selbst dasjenige Forschungsgebiet, das er sich geschaffen und das er aufgebaut, als eine auf das praktische Leben angewandte Physiologie. Aber während die bisherige Gesundheitslehre nur individuell, zum Schutze des Einzelnen, der in der Lage war, sich für sein Leben günstige Bedingungen zu verschaffen und rein empirisch betrieben worden sei, käme es uns zu, zu bedenken, daß die Gesundheit ein wirthschaftliches Gut sei und deshalb die Lehre von der Gesundheit ein Theil der Nationalökonomie. Wie die Nationalökonomie die Lehre von der Wirthschaft mit den gewöhnlichen Gütern sei, so solle die Hygiene die Lehre von der Gesundheitswirthschaft werden. Auch der Werth der Gesundheit lasse sich in Geldsummen berechnen, deren Gewinn oder Verlust der Gesammtheit, nicht dem Einzelnen auf Rechnung gesetzt werde. Deshalb sei die praktische Hygiene, welche die Krankheit verhüten, die Gesundheit erhalten und stärken solle, nicht ein ausschließliches Besitzthum des Arztes, sondern ebenso sehr des Architekten und Ingenieurs und drittens auch der Verwaltungsbeamten. Namentlich gehört nach Pettenkofer ins Bereich der Hygiene auch die Gesundheitstechnik. In größeren, der Forschung und dem Unterricht dienenden Instituten sollen daher die Thätigkeit des ärztlichen Hygienikers und des Gesundheitstechnikers gleichzeitig vertreten sein.

Es ist sehr die Frage, ob die Pettenkofersche Definition der Hygiene als einer angewandten Physiologie und Gesundheitstechnik auch nur seine eigenen Leistungen und die seiner Schüler, geschweige denn die der historisch entwickelten Hygiene deckt. Denn wie man auch immer die Gesundheit definiren will, als normalen Ablauf

Leitung eröffnet. 1889 Präsident der bayrischen Akademie der Wissenschaften. Trat 1894 in den Ruhestand. Zahlreiche epidemiologische Aufsätze und Werke über Typhus und Cholera von 1855—1897. — Beziehung der Luft zur Kleidung, Wohnung und Boden. 4. Aufl. 1877. — Vorträge über Kanalisation und Abfuhr 1880. — Handbuch der Hygiene des Menschen (gemeinsam mit Ziemssen) 3 Bd. 1882. — Zeitschrift für Biologie, begründet 1865 mit Buhl und Voit. — Archiv für Hygiene 1883 begründet mit Hoffmann, Forster u. A. — Starb am 11. Februar 1901.

aller Funktionen bei persönlichem Wohlbehagen unter dem Einfluß der Einwirkungen unserer natürlichen oder durch künstliche Einrichtungen komplizirten Umgebung, man wird niemals den normalen Zustand anders bezeichnen können, als durch das Maß abnormer Zustände. Der normale Ablauf der Funktionen hängt von dem gut funktionirenden Regulirungsmechanismus unseres Organismus ab, den uns die Physiologie kennen lehrt. Die Feststellung der Grenzen, innerhalb deren diese Regulirung noch gut funktionirt, ist Aufgabe der hygienischen Forschung im Sinne Pettenkofers, und das Maß für die Grenzen ist eben der Eintritt von krankhaften Erscheinungen, sowohl im Laboratoriumsversuch, wie bei der Beobachtung im Großen. Die Beurtheilung dieser Aufgaben ist darum ausschließlich Aufgabe des Mediziners. Sind einmal von ihm die Grenzen festgestellt, deren Ueberschreitung, z. B. bei Anhäufung von Kohlensäure in der Luft geschlossener Räume, anfängt schädlich zu werden, so ist die Aufgabe für den Gesundheitstechniker durch Ventilationseinrichtungen dem Eintritt dieser Grenze vorzubeugen, so scharf gekennzeichnet, daß ihre Lösung kaum mehr ins Bereich der selbstständigen Forschung gehört. Aber „Thatsachen sind nie artig, sie berücksichtigen keine Theorie", sagt Pettenkofer selbst in einer seiner schönen epidemiologischen Arbeiten, deren Studium der Form und des Inhalts wegen stets ein Genuß bleibt. Und so kehrte er selbst sich nicht an seine eigene Abgrenzung des hygienischen Arbeitsfeldes, sondern verwandte einen großen Theil seiner außerordentlichen Arbeitskraft auf das Studium der Epidemien. Es ist unmöglich zu sagen, welche seiner beiden Leistungen nach Methodik und Inhalt größer ist, die Schöpfung der physiologischen oder positiven experimentellen Hygiene durch ihn und seine Schüler oder seine jahrzehntelangen Forschungen auf dem Gebiete der Epidemiologie.

Was zunächst diesen letzteren Abschnitt betrifft, so wurde Pettenkofer durch die Beobachtungen der bayrischen Choleraepidemie vom Jahre 1854 an dazu geführt, die Verbreitungsweise dieser Krankheit, ihre Abhängigkeit von der Uebertragung des Ansteckungskeims, von zeitlichen und örtlichen Zuständen zu studiren. Obgleich er von vornherein annahm, daß ein lebender Ansteckungsstoff betheiligt sei, ein X, als dessen Repräsentanten er später rückhaltlos den Koch'schen Cholerabacillus anerkannte, wiesen doch ganz besondere Erscheinungen, vor Allem das regelmäßige oder häufige Freibleiben bestimmter Ortschaften trotz nachgewiesener Einschleppung des Ansteckungsstoffes darauf hin, daß die Kontagion allein die Ausbreitung der Krankheit nicht erklärt; denn das Auftreten der Cholera ist an bestimmte Oertlichkeiten und bestimmte Jahreszeiten gebunden. Mit Vorliebe zitirte hier Pettenkofer eine Tabelle von Brauser, nach der in 13 Cholerajahren in Preußen sich die Sterblichkeit auf die einzelnen Monate folgendermaßen vertheilt.

April 112. Mai 446. Juni 4392. Juli 8480. August 33 640. September 56 561. Oktober 35 271. November

17 630. Dezember 7254. Januar 2317. Februar 842. März 294.

Die Cholera ist also von einer zeitlichen Disposition abhängig, was nicht verständlich wäre, wenn nur das Kontagium in Betracht käme, das von Körper zu Körper übertragen, zu jeder Zeit dieselben günstigen Entwicklungsbedingungen findet. Aber die Beschränkung auf gewisse Orte, das Freibleiben anderer weist noch auf eine örtliche Disposition hin, die Pettenkofer in der Beschaffenheit des Bodens, des städtischen Untergrundes, suchte. Neben dem aus dem Körper ausgeschiedenen Kontagium mußte noch ein mit dem ersten in Zusammenhang stehender Faktor in Frage kommen, der die Reifung des Ansteckungsstoffes in dem empfänglichen Boden bewirkte und zuletzt, wie Pettenkofer später hinzufügte, noch eine persönliche Empfänglichkeit. Die „Trinkwassertheorie" der „Kontagionisten", die Lehre, daß der Ansteckungsstoff durch das Trinkwasser verbreitet würde, bekämpfte er auf das Schärfste und Energischste bis in die letzten Jahre, indem er unter genauer Prüfung und Sichtung der örtlichen Zustände immer von Neuem Gründe herbeizubringen suchte, nach denen der Zusammenhang der Epidemie mit Verseuchung des Trinkwassers nur ein scheinbarer sei, während er nicht müde wurde Beispiele anzuführen, wo und wann es zu einer Epidemie kam, ohne daß eine Betheiligung der Wasserversorgung in Frage kam. Der kontagionistischen Lehre stellte er selbst im Jahre 1854 die lokalistische gegenüber, die er später in einem größeren Werke 1884 als die der ektogenen Entstehung bezeichnete. Nach dieser Theorie ist es „die Durchlässigkeit des porösen Bodens und dessen Verunreinigung mit den flüssigen Abfällen des menschlichen Haushalts, diesen Nährlösungen für niedrige Organismen im Boden, zu denen jedenfalls auch die noch nicht entdeckte Dauerform des Kommabacillus gehört".

Die zeitliche Empfänglichkeit begründete er durch die Schwankungen des Wassergehaltes im Boden, den die Jahreszeiten mitbringen. Folgerichtig ist Pettenkofer auch ein Gegner der Landabsperrungen und sogar der Desinfektion, denn die Cholera ist für ihn nicht eine ansteckende Krankheit von Person zu Person nach Art der Pocken, sondern eine miasmatische im Sinne des Wechselfiebers. Er beruft sich auf die Beispiele Englands bei seinen Vorschlägen zur Bekämpfung der Seuche. „Um der Cholera den Einzug ins Land zu versperren, sperrte man nicht den Verkehr, sondern ließ seine Entwicklung ungehindert fortgehen, kehrte aber an der eigenen Thür, richtete in allen größeren Verkehrspunkten gute Entwässerung der Straßen und Häuser ein und sorgte für genügende Zufuhr reinen Wassers, um allen Zwecken der Reinlichkeit mehr gerecht werden zu können." Es ist schon früher des Zusammenhanges der Städtehygiene mit der Cholera gedacht worden. Pettenkofer konnte sich auf zahlreiche Beispiele berufen, in denen Städte auf diesem Wege von der höchsten Empfänglichkeit bis zur Unempfänglichkeit

umgewandelt waren. Unermüdlich in der Hineinziehung neuer Beweise für seine Theorie durch Statistik, durch Beobachtung der Einzelindividuen verfocht er seine Lehre einige Jahrzehnte hindurch mit verhältnißmäßig geringem Widerspruch. Namentlich die Epidemien der siebziger Jahre gaben ihm reichliches neues Material. Als im Jahre 1884 Koch den Cholerabacillus entdeckte und nunmehr die ganze Prophylaxe lediglich auf die Vernichtung des Bacillus aufgebaut wurde, als in der Hamburger Choleraepidemie 1892 der Zusammenhang der Choleraverbreitung mit der Verseuchung des Trinkwassers offenkundig zu sein schien, da hatte seine Theorie einen schweren Stand. Die Mehrzahl der Zeitgenossen erklärte sich gegen ihn, weil die Thatsachen einfacher als durch Heranziehung der zeitlichen und örtlichen Momente allein durch den Bacillus, seine Uebertragung und die persönliche Empfänglichkeit erklärt werden zu können schienen, auch ohne die Hypothese eines besonderen, zumal durch die Thatsachen nicht gestützten Reifestadiums im Boden. Auch Virchow erklärte sich 1884 gegen ihn. Pettenkofer selbst aber verfocht ungebeugt mit immer neuen Gründen thatsächlicher Natur seinen Standpunkt in größeren Monographien und kleinen Aufsätzen in den Jahren 1884, 1885, 1886—1887 und 1889. Besonders die Hamburger Epidemie 1892 gab ihm Anlaß, den Zusammenhang mit dem Trinkwasser zu bestreiten. Noch im Jahre 1895 im Alter von fast 80 Jahren kämpfte er in jugendlicher Frische, persönlich mild, aber sachlich scharf für diese Ideen. Stütze erhielt er in den Arbeiten seines Schülers Soyka über den Einfluß des Bodens auf Ansteckungsstoffe und einer Arbeit von Hueppe, der aus dem Verhalten des Cholerabacillus gegen die Luft die Möglichkeit herzuleiten suchte, daß diese Keime aus dem Körper wirkungslos ausgeschieden würden, aber im Boden ihre giftigen Eigenschaften wieder zu erlangen im Stande wären. Hueppe studirte 1892 in Hamburg selbst die Epidemie und kam ebenfalls zu der Ueberzeugung, daß mit dem rein kontagionistischen Standpunkt vieles nicht zu erklären sei. Und der Hamburger Arzt Wolter gab ein großes epidemiologisches Werk über die Hamburger Choleraepidemie heraus, das ganz sich auf den Pettenkoferschen Standpunkt stellte. Aber die Mehrzahl der zeitgenössischen hygienischen Forscher theilt nicht den Pettenkoferschen Standpunkt in Bezug auf die Entstehung der Seuche; in der Prophylaxe nehmen freilich alle Autoren einen vermittelnden Standpunkt ein, wie er auch durch die Anforderungen der Praxis geboten ist. Sie befürworten in seuchefreien Zeiten die Städtereinigung im Sinne der Engländer und Pettenkofers, in den Zeiten der Epidemie die Ueberwachung des Verkehrs und die Desinfektion.

Die Studien über die Cholera führten Pettenkofer auch dazu, den damals in Deutschland, besonders auch in München endemisch herrschenden Unterleibstyphus in gleichem Sinne einer epidemiologischen Prüfung zu unterziehen. Auch hier ließ sich statistisch eine Abhängigkeit von Zeit und von Bodenverunreinigung feststellen. Auch

hier lag das Beispiel von England vor, in dem seit Einführung der Städtereinigung und Befreiung des Bodens von Faecalverunreinigung eine Abnahme der Typhussterblichkeit um 33—75 Prozent eingetreten war. Dazu kam aber die aufsehenerregende Beobachtung, die im Jahre 1865 der Münchener Pathologe Buhl machte, daß nämlich die Zahl der Erkrankungen mit dem Steigen des Grundwassers abnahm und umgekehrt. Diese Entdeckung, die sich nachher für viele Städte bestätigte, für andere dagegen, wie z. B. für Berlin nicht zu gelten scheint, sah Pettenkofer als eine Bestätigung seiner Lehre an, wonach der Grad der Durchfeuchtung des verunreinigten Bodens für die Ausbreitung der Krankheit wichtiger ist, als die direkte oder indirekte Uebertragung des Ansteckungsstoffes von Person zu Person oder durch das Trinkwasser. Als nach der Entdeckung des Typhusbacillus wiederum ein Kampf gegen die Pettenkofersche Lehre sich erhob, die doch nur die Zusammenfassung von Thatsachen war, während die Einwände der Gegner zum Theil Abstraktionen auf Grund der erst noch zu beweisenden Voraussetzung waren, daß der Bacillus die alleinige Ursache der Krankheit sei, da faßte Pettenkofer alle seine Gründe für die lokalistische Theorie des Unterleibstyphus in einer interessanten Arbeit über die Berliner Typhusepidemie im Jahre 1889 zusammen. Im Uebrigen ließ er seiner Lehre die That folgen und arbeitete eifrig an der Sanirung Münchens durch Anlage der Kanalisation und Bodenentwässerung, durch Einrichtung eines neuen Schlachthofes, durch Schaffung der neuen Gebirgsquellenwasserleitungen vom Jahre 1883 ab. Auch die Frage der Ableitung der Abwässer förderte er durch Untersuchung über die Selbstreinigung der Flüsse. Thatsächlich sind in Deutschland seitdem die Erkrankungs- und Sterblichkeitszahlen für den Unterleibstyphus in ungewöhnlichem Grade gesunken. Ob eine einfache epidemiologische Schwankung im Spiele, ob die Städtereinigung die alleinige Ursache ist, werden spätere Zeiten entscheiden müssen. Seit dem Jahre 1899 freilich tritt überall in vereinzelten Epidemien, namentlich im Osten und Westen des Reichs, der Typhus wieder stärker hervor. Ob hier der Pettenkofersche Standpunkt, daß nur lokalistische Ursachen und nicht gelegentlich daneben direkte und indirekte Ansteckungen in Frage kommen, in der Zukunft sich wieder halten können, das erscheint immerhin recht unwahrscheinlich. —

Ungleich weniger umstritten war der andere Theil von Pettenkofers Wirksamkeit. Ursprünglich auf dem Gebiete der physiologischen Chemie thätig, wo er einige neue Reaktionen auffand, die noch heute seinen Namen tragen, las er von 1847 ab in München diätetische Chemie und zog allmählich den damaligen Inhalt der öffentlichen Gesundheitspflege in das Bereich seiner Vorlesungen. Seine Forscherthätigkeit auf diesem Gebiete war ausschließlich experimenteller Natur und hierin wirkte er bahnbrechend durch eigene Entdeckungen, wie durch Ausbildung einer Reihe hervorragender Schüler, die auf dem gleichen Felde arbeiteten. Ein großer Theil seiner For-

schungen haben die Einwirkung der Luft und ihrer Bestandtheile auf die menschliche Gesundheit zum Gegenstand, wobei er die Forschung durch neue Untersuchungsapparate und Methoden bereicherte, die noch heute gebräuchlich sind, und wobei er selbst die wesentlichsten Thatsachen feststellte. Das Gleiche gilt für die Untersuchung des Wassers. Mit besonderer Vorliebe beschäftigte er sich mit allen Fragen, die ins Gebiet der Wohnungshygiene gehören, Luftraum, Wassergehalt der Mauern beim Bau, Entstehung der Mauerfeuchtigkeit und deren Einfluß auf die Gesundheit, Grundluft, Ventilation, Heizung und Beleuchtung. Mit seinem Kollegen, dem Münchener Physiologen Voit gemeinsam konstruirte er einen durch seine Einrichtung berühmt gewordenen Apparat, an dem es möglich wurde, den gesammten Gaswechsel eines Versuchsobjekts der Analyse zu überwachen und so erst vollständig exakte Stoffwechselanalysen über die Zerlegung, die Ausnützung der Nahrung anzustellen. Die Einzelheiten seiner Untersuchungen aufzuführen ist unmöglich; es giebt keine Beziehung unseres Organismus zu irgend einem Objekt oder Vorgang in unserer Umgebung, die er nicht zum Gegenstand experimenteller Prüfung selbst gemacht oder zu deren Untersuchung er nicht seine Schüler angeregt hätte. Zu Anfang der siebziger Jahre erreichte er die Bewilligung eines eigenen hygienischen Instituts in München zu Lehr- und Forschungszwecken, das nach seinen Angaben errichtet und im Jahre 1876 eingeweiht wurde. Hier unterstützte er jetzt seine Vorlesungen durch Demonstrationen. Es war dies das erste hygienische Institut Deutschlands, dem im Jahre 1878 die Einrichtung des hygienischen Instituts in Leipzig folgte, dessen Leitung einem Schüler Pettenkofers, F. A. Hoffmann übertragen wurde. Erst 1884 folgte Preußen mit der Errichtung des hygienischen Instituts in Göttingen nach, dessen Leiter C. Flügge wurde. Es folgten nun in schneller Folge die Einrichtungen von Instituten der Hygiene in allen deutschen Universitäten mit eigenen Laboratorien, deren Leiter meistens Schüler von Pettenkofer oder von Koch wurden. Pettenkofer selbst behielt sein Institut bis zum Jahre 1894, wo er vom Lehramt zurücktrat, gefolgt von einem seiner jüngsten und hervorragendsten Schüler Hans Buchner, der aber mehr die biologische, als die experimentelle hygienische Richtung im Sinne Pettenkofers vertritt. Pettenkofer selbst wirkte bis zu seinem Ende in München als Ehrenbürger der Stadt, um deren Entwicklung er sich unendliche Verdienste erworben hat, bis zuletzt für seine epidemiologischen Lieblingsfragen tapfer kämpfend.

Seine Schüler setzten den Ausbau seines Werkes fort. Viele derselben wandten sich in der Zukunft überwiegend oder ausschließlich der Bearbeitung bakteriologischer Fragen zu, wie Wolffhügel, Gruber, Buchner, Lehmann, Emmerich. Andere wie

Emmerich, Rudolf, geb. in Mutterstadt 29. Sept. 1852, 1879 Assistent am hygienischen Institut in Leipzig und Privatdozent. 1881 in gleicher Stellung

Hoffmann, der sich auf seinen Beruf als Lehrer beschränkt, lieferten werthvolle Einzelbeiträge, wieder Andere bauten mit Vorliebe Sonderfragen aus, wie Forster und Prausnitz die Frage der Ernährung, Erismann die der Beleuchtung, Renk und Soyka die Frage der Hygiene des Bodens und der Beleuchtung, während Lehmann werthvolle Beiträge zur Gewerbehygiene, zur Chemie der Ernährung und zur Technik der hygienischen Untersuchungsmethoden lieferte. Der Architekt Ch. H. Nußbaum bereicherte durch wichtige Beiträge die Hygiene der Wohnungen, Recknagel und Wolpert, beides Gesundheitstechniker, nicht Mediziner, aber

in München. Seit 1888 außerordentlicher Professor daselbst. — Anleitung zu hygienischen Untersuchungen, 3. Aufl., 1900. — Handbuch der Wohnungshygiene 1897. — Cholerastudien in Neapel 1884. — Aufsätze zur Immunität und Bakteriengiftwirkung.

Lehmann, Karl, geb. zu Zürich am 27. Nov. 1858, erst Assistent am physiologischen Institut in Zürich, von 1884—1887 am hygienischen Institut zu München, Privatdozent dort 1886, seit 1887 Professor der Hygiene in Würzburg. — Ueber die Wirkung technisch und hygienisch wichtiger Gase 1886 u. ff. — Die Methoden der praktischen Hygiene. Lehrbuch 2. Aufl. 1900. — Atlas und Grundriß der Bakteriologie. Gemeinsam mit R. O. Neumann. 2. Aufl. 1899. — Studien über die Wirkung des Kupfers. — Studien über Mehl und Brod.

Forster, Josef, geb. im April 1844 zu Nonnenhorn am Bodensee. Assistent von Pettenkofer in München, Privatdozent für Hygiene daselbst 1874. Professor der Hygiene in Amsterdam 1878, seit 1896 in gleicher Stellung in Straßburg. — Zahlreiche Aufsätze zur Hygiene der Nahrung und Wohnung. — Ernährung und Nahrungsmittel im Handbuch von Pettenkofer-Ziemssen 1882.

Prausnitz, Wilhelm, geb. zu Großglogau am 1. Jan. 1861, erst Assistent am hygienischen Institut in Göttingen, von 1888—1894 am physiologischen Institut in München. Von 1890 Privatdozent für Hygiene in München, seit 1894 Professor der Hygiene in Graz. — Grundzüge der Hygiene, 4. Aufl. 1898. — Ueber den Einfluß der Münchener Kanalisation auf die Isar 1891. — Kleinere Aufsätze zur Hygiene der Ernährung.

Erismann, Friedrich, geb. 1842 im Aargau. Erst Augenarzt in Petersburg, studirte er in den 70er Jahren Hygiene bei Pettenkofer, war dann während des russisch-türkischen Krieges technischer Beirath und später als solcher in Moskau thätig. Von 1891—1896 Professor der Hygiene und Leiter des städtischen hygienischen Laboratoriums in Moskau. Lebt seit 1896 als Privatmann in Zürich, ist Mitarbeiter der Zeitschrift für Schulgesundsheitspflege. — Zahlreiche, z. Th. umfangreiche Arbeiten zur Schulgesundheitspflege und zur Hygiene Rußlands. — Gesundheitslehre für Gebildete aller Stände 1878. — Die Desinfektionsarbeiten auf dem Kriegsschauplatze 1879. — „Entfernung der Abfallstoffe" und „Schulhygiene" im Lehrbuch der Hygiene von Pettenkofer-Ziemssen. — Kurs der Hygiene 1886—1889 (3 Bd.).

Renk, Friedrich, geb. zu München 20. Oct. 1850, seit 1876 Assistent der Hygiene, 1879 Privatdozent, 1887—1890 Mitglied des Reichsgesundheitsamts und Regierungsrath, von 1890—1894 Professor der Hygiene in Halle, seitdem

durch Pettenkofer beeinflußt, bearbeiteten die Theorie und Technik der Ventilation. Die universellsten Leistungen hat von den Schülern Pettenkofers der Berliner Hygieniker Rubner zu verzeichnen, der geradezu auf allen Gebieten, wie sein Meister, die Wissenschaft förderte, aber vor Allem auf dem Gebiete der theoretischen Ernährungslehre und der Bekleidungsfrage bahnbrechende Forschungen experimentellen Charakters anstellte. Die Grundlagen, welche diese Männer legten, die Forderungen, die sie begründeten, sind für verschiedene Zweige der Gesundstechnik maßgebend geworden, für die Anlage und den Bau von Wohnhäusern, die Centralheizungsanlagen, Ventilations- und Beleuchtungseinrichtungen; vor Allem für die Anlage von Behausungen für eine Vielheit von Einwohnern, also für Personen, Gefängnisse, Schulen und Krankenhäuser. Ein Zweig der Hygiene, auf dem gerade die Pettenkofersche Schule grundlegende Ergebnisse gehabt, verlangt eine besondere Behandlung, weil hier noch eine Menge anderer Fragen hineinspielen, die Entwicklung der Lehre von der Ernährung.

Die Ernährung.

Das Verständniß der Vorgänge bei der Ernährung brachte die Entwicklung der organischen Chemie. Es war erst möglich, die Rolle der Nahrungsmittel als Stoffbildner und Krafterzeuger zu verstehen, die Bilanz des Stoffwechsels durch Untersuchung der Einnahme und Ausgaben zu ziehen, als man sowohl die Zusammensetzung der Nahrungsstoffe als der Ausscheidungsstoffe kennen lernte, vor Allem als man entdeckte, daß die Verdauung der Nahrungsmittel durch eine Art Verbrennung, durch Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft, der durch die Athmung dem Körper zugeführt wird, zu Stande kommt. Black fand 1773, daß die Thiere bei der Athmung Kohlensäure ausscheiden; Scheele und Priestley 1772, daß die eingeathmete Luft Sauerstoff und Stickstoff enthält, Priestley 1776, daß der Sauerstoff allein die Verbrennung und Athmung erhält und ins Blut tritt. Aber erst Lavoisier in seinen Arbeiten von 1777—1790 begründete die Lehre der Blutoxydation durch Ver-

Direktor der Centralstelle für öffentliche Gesundheitspflege und Professor an der technischen Hochschule in Dresden. — Ueber Kanalgase 1882. — „Oeffentliche Bäder" und „Die Luft" im Handbuch von Pettenkofer-Ziemssen. — Untersuchungen über Beleuchtung 1892. — Kleinere Aufsätze verschiedenen Inhalts.

Rubner, Max, geb. zu München am 2. Juni 1854, 1878 Assistent am physiologischen Institut, Privatdozent 1883, Professor der Hygiene in Marburg 1885, seit 1891 in gleicher Stellung in Berlin. — Bahnbrechende Arbeiten zur Physiologie der Ernährung, über thierische Wärme, über Kleidung, Desinfektion, Krankenhausanlagen u. s. w. — Lehrbuch der Hygiene, 6. Aufl. 1899. — Populäre Aufsätze zur Volksgesundheitslehre.

bindung mit dem durch die Athmung aufgenommenen Sauerstoff und die Bedeutung dieser Zersetzung für die Kraft- und Wärmeregulation der Körper. Während in den ersten zehn Jahren des neunzehnten Jahrhunderts zahlreiche Forscher mit anfänglich noch primitiven Methoden, denen manche Fehler anhafteten, die Umsetzung der Nahrungsmittel an der Ausscheidung des Körpers durch die Athmung, die Haut, dem Urin und Koth studirten, gelang ein namhafter Fortschritt durch die Untersuchungen von Justus v. Liebig, die namentlich in das dritte und vierte Jahrzehnt des Jahrhunderts fallen. Liebig wies den Zerfall der in ihrem chemischen Bau komplizirteren Verbindungen, welche die Nahrungsmittel darstellen, in einfachere, durch Oxydation entstehende Verbindungen nach; er wies auf den prinzipiellen Unterschied der stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nährstoffe hin; er zeigte ferner, daß die stickstoffhaltigen Umwandlungsprodukte der Nahrungsmittel durch den Urin ausgeschieden werden, so daß der Stickstoffgehalt des Urins ein Maß für die Umsetzung der eiweißhaltigen Nährmittel giebt, während die Zerfallprodukte der stickstofffreien Nährmittel mit der Kohlensäure der Athmung den Organismus wieder verlassen. Man hielt lange Zeit die stickstoffhaltigen Nährstoffe für fast allein maßgebend für die Lebensvorgänge.

Erst im weiteren Gang der Forschung wurde auch die Ausscheidung durch Haut und Athmung für die Bilanz des Stoffumsatzes im Körper herangezogen und namentlich waren es die Untersuchungen von Pettenkofer und Voit, die in dem großen von ihnen konstruirten Respirationsapparat (1862—1866) vollständige Stoffwechselversuche anstellten. Erst durch diese Forschungen und ihre Fortsetzung, bei der auch die Rolle der anderen Bestandtheile der Nahrung, z. B. der unorganischen Salze, mit herangezogen wurde, konnten feste Grundsätze über die Physiologie der Nahrung gewonnen werden. Die Erforschung der Nahrungsmittel als der Spender der Kraft für den gesammten Kraftverbrauch des Organismus wurde dann durch Voit und Pflüger, später durch Rubner, Zuntz u. A. ausgebaut. Es gehört dieser Abschluß der Forschung ausschließlich ins Gebiet der Physiologie. Für die Hygiene sind von prinzipieller Wichtigkeit die Feststellungen von Voit und Pflüger, daß ein bestimmtes Quantum von eiweißhaltiger Nahrung, nämlich etwas über 100 g pro Tag, für die Erhaltung des muskelthätigen Menschen unter allen Umständen unentbehrlich ist. Ueber die Möglichkeit, den Körper ausschließlich mit Eiweiß zu erhalten, erhob sich eine lange Diskussion zwischen Voit und Pflüger, beziehungsweise deren Schülern, die bis zum heutigen Tage noch nicht entschieden ist, und bei der Pflüger bis heute den Standpunkt von der prinzipiellen Ueberlegenheit der Eiweißernährung vertritt. Die Nothwendigkeit des schon von Voit festgestellten Eiweißminimums für die Erhaltung des thätigen normalen Menschen, wurde später durch zahlreiche Massen- und Einzeluntersuchungen, wie durch Beobachtungen auch von Kranken erwiesen. Dabei stellte Voit und vor

Allem Pflüger fest, daß der Vorgang der Oxydation der Nahrung nicht in den Gewebsflüssigkeiten, sondern innerhalb der Zellen des Organismus stattfindet.

Ein weiterer prinzipieller Fortschritt in der Ernährungslehre wurde dadurch gewonnen, daß man nach dem Vorgange französischer Forscher als Maß für die Spannkräfte der Nahrungsstoffe ihre Verbrennungswärme einsetzte, d. h. diejenige Wärmemenge, die bei der Oxydation der Substanz im Calorimeter entstand. Man bezeichnet als Calorie oder Wärmeeinheit diejenige Wärmemenge, die 1 gm Wasser bei der Erhöhung seiner Temperatur auf 1 Grad Celsius aufnimmt. Nach dieser Methode besitzt nach Rubner

1 gm Eiweiß	4,1	Cal.
1 gm Fett	9,3	„
1 gm Kohlehydrat	4,1	„

Auf Grund langjähriger mühseliger calorimetrischer Versuche, bei denen die Wärmebildung am Menschen und bei den einzelnen Nahrungsmitteln verglichen wurde, stellte dann Max Rubner zu Anfang der achtziger Jahre das Gesetz fest, daß innerhalb gewisser Grenzen sich die verschiedenen Formen der Nahrungsmittel (Eiweiß, Fette, Kohlehydrate) entsprechend ihrem Caloriengehalt für die Kraftzufuhr gegenseitig ersetzen können. Nicht ersetzbar ist das für die Existenz nothwendige Quantum an Eiweiß und die Nährsalze.

Die chemische Zusammensetzung der Nahrungsmittel stellte J. König in einem großen Tabellenwerk zusammen. (Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 2 Auflage. 1882/1883.)

Mit Hilfe der Caloriebestimmung der einzelnen Grundbestandtheile der Nahrung und der bekannten chemischen Zusammensetzung der einzelnen Nahrungsmittel ist es daher jetzt leicht möglich, da man den Bedarf des ausgewachsenen Menschen an Nahrungsstoffen kennt, (ca. 110—120 gm Eiweiß, 50 gm Fett, 500 gm Kohlehydrate) unter Zugrundelegung der Ausnutzbarkeit und der Preise, die Ernährung bestimmter Menschengruppen je nach dem Zweck (Arbeiter, Soldaten, Gefängnißkost, Krankenkost) und je nach Ort und Zeit in abwechlungsreicher Form zu bestimmen. Solche Speisezettel sind z. B. von Voit, neuerdings von Forster 1882, Prausnitz 1899 u. A. vielfach zusammengestellt worden.

Die Frage der Massenernährung ist überwiegend nationalökonomischen Charakters. Der Hygieniker nimmt zu ihr nur dadurch Stellung, daß er die Grenzen festgestellt hat, unterhalb deren diese Massenernährung als ungenügend bezeichnet werden muß. In vieler Beziehung erreicht namentlich in Hinsicht auf die Höhe der Eiweißmenge die Ernährung großer Volkskreise in Deutschland diese Grenze noch nicht. Aus diesem Grunde haben sich fern von jedem politischen Motiv vielfach namhafte Hygieniker gegen alle Maßnahmen ausgesprochen, welche die Vertheuerung der Nahrungsmittel zur Wirkung haben. Die eigenartige Entwicklung der Städte in

Deutschland, welche in wenigen Jahrzehnten eine wesentliche Verschiebung der Bevölkerung zur Folge hatte, (In Deutschland lebte in der Mitte des Jahrhunderts 25 Prozent, 1875 39 Prozent, 1895 51 Prozent der Einwohner in Städten.) vermehrte die Zahl desjenigen Theiles der Bevölkerung, welche auf den Import der Nahrungsmittel angewiesen waren. Dadurch traten in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts wesentliche Verschiebungen in der Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln ein. Die meisten Nahrungsstoffe sind leicht dem Verderben ausgesetzt und dann entweder werthlos oder sogar gesundheitsschädlich. Zudem waren die Städter durch den wachsenden Wohlstand in der Lage, mehr Geld für die Kost aufzuwenden, während andererseits für den Gewinn der Rohprodukte die Arbeitskräfte abnahmen. Den Anforderungen entsprechend steigerten sich die Bestrebungen der Schnellmast für die Schlachtthiere, wodurch den Seuchen gegenüber weniger widerstandsfähige Thiere gewonnen wurden; andererseits wuchs der Import von Schlachtvieh, zum Theil auch von Magervieh, das bei uns gemästet wurde. Dadurch wurden zugleich zahlreiche Thierseuchen eingeschleppt. Vor Allem nahm in unserem Rindviehbestande die Rindertuberkulose immer größere Dimensionen an, auch die Maul- und Klauenseuche griff immer mehr um sich, während verschiedene Schweineseuchen theils eingeschleppt wurden, theils endemisch in den schwächeren Mastracen widerstandsloseres Material fanden. Gleichzeitig traten vielfach betrügerische Bestrebungen hervor, durch minderwerthige Zusätze oder Verbesserungen des Aussehens die Nahrungsmittel zur besseren wirthschaftlichen Ausbeute zu verfälschen. Alle diese neuen Erscheinungen erforderten neue Maßnahmen.

Zunächst gingen ökonomische Bestrebungen dahin, Verfahren zur Konservirung leicht verderblicher Nahrungsmittel auszubilden, Verfahren, sie in einen Zustand überzuführen, in dem sie sich lange ohne zu verderben erhalten können. Am meisten kamen hier physikalische Vorgänge in Betracht, nämlich die Wasserentziehung durch Dörren, welche im Großen angewandt, für Gemüse und Obst reichliche Anwendung fand; die Heranziehung der Kälte durch Konservirung der von weit her importirten Nahrungsmittel (Fleisch, Fische) in Eis, ferner die Herstellung von Konserven durch Anwendung des überhitzten Dampfes und Aufbewahrung in Büchsen unter Luftabschluß. Am bequemsten ist die Konservirung durch Zusatz antiseptischer Mittel, welche leicht und billig ausführbar ist. Dieses Verfahren ist schon seit Jahrhunderten beim Räucherungs- und Einpökelungsprozeß im Gebrauch. Neuerdings benutzt man vielfach die Borsäure und die Salicylsäure. Die Borsäure und ihre Salze haben den Vorzug, daß sie in geringen Mengen nicht gesundheitsschädlich sind und nur frisches Material konserviren, nicht aber, wie andere Mittel, schon angegangene Substanzen wieder annehmbar machen, indem sie den Zersetzungsprozeß durch Desinfizirung verdecken. Immerhin sind viele Hygieniker gegen solche Methoden eingenommen.

weil sie Zusätze enthalten, die bei längerem Gebrauch und in unkontrollirt großen Mengen doch gesundheitsschädlich wirken können. Daher ist es gekommen, daß die Konservirungstechnik nicht recht fortgeschritten ist und die bisher bekannten Methoden nicht recht zur Verbilligung beigetragen haben. Und doch erwächst hier für die positive Hygiene eine der lohnendsten und wichtigsten Aufgaben. Denn die Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit der Bevölkerung, wie die Kräftigkeit des Nachwuchses ist von wenigen Punkten mehr abhängig als von der Möglichkeit einer ausreichenden Ernährung. Zum Schutz gegen Nahrungsmittelverfälschung wurde in Deutschland ein recht strenges Gesetz am 4. Mai 1879 erlassen, welches der Polizei das Recht und die Pflicht ertheilte, regelmäßig auf den Märkten Proben von feilgehaltenen Nahrungsmitteln zur Untersuchung zu entnehmen. Später wurden Ergänzungen des Gesetzes erlassen, (1887 und 1892) welche namentlich den Verkehr mit Butterersatz und mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken regelten. Zur Durchführung des Gesetzes wurde 26. 7. 1893 eine Verfügung erlassen, nach der öffentliche technische Untersuchungsanstalten für Nahrungsmittel überall errichtet wurden, welchen die Untersuchung der in Frage kommenden Proben oblag.

Für den Verkauf und Vertrieb der Nahrungsmittel in den rasch anwachsenden Großstädten stellte sich die Nothwendigkeit neuer Einrichtungen heraus, die aus kommunaler Initiative hervorgingen, nämlich die Errichtung von zentralen Viehmärkten und zentralen Schlachthäusern mit kommunaler thierärztlicher Kontrolle und die Errichtung von Markthallen für den Verkauf von Nahrungsmitteln, in denen alle Vorkehrungen für Reinlichkeit und Schutz der Nahrungsmittel vor zu schnellem Verderben, sowie vor Verunreinigung des Bodens durch deren Abfälle gegeben waren. Die Errichtung von kommunalen Schlachthäusern mit Schlachthauszwang war hauptsächlich auch durch bestimmte gesetzliche Bestimmungen über die Untersuchung des Schlachtviehs hervorgerufen. Insbesondere gab hierzu die Trichinengefahr Anlaß. Im Jahre 1835 entdeckte der Zoologe Owen im Muskelfleisch die Trichina spiralis, deren verkalkte Cysten schon vorher die Aufmerksamkeit der Aerzte erregt hatten. Im Jahre 1860 brachte der Dresdener Pathologe Zenker diesen Befund in Zusammenhang mit tödtlichen Erkrankungen, die er beobachtete. Schon vorher (1859) hatte Virchow Fütterungsversuche mit Trichinen gemacht, die Morphologie und Entwicklung dieser Thiere verfolgt und die Entstehung der Kapsel erklärt, sowie die Einwanderung der Darmtrichinen in die Muskeln beobachtet. In einer kleinen populären Abhandlung (Darstellung der Lehre von den Trichinen. Berlin 1864. Reimer.) stellte Virchow die Forderung einer sorgfältigen mikroskopischen Untersuchung durch Fleischschau, deren Durchführbarkeit er auseinandersetzte, während er andererseits an Beispielen die Gefahr der Trichinose durch Anführung zahlreicher Fälle starker Epidemien mit vielen Todesfällen beleuchtete.

Durch eine Verfügung vom 4. Juni 1875 wurde, nachdem noch eine Reihe schwerer Epidemien vorgekommen, in Preußen die obligatorische Fleischschau auf Trichinen auf alle geschlachteten und für die importirten Theile geschlachteter Thiere (amerikanische Speckseiten) eingeführt. Es wurde dabei betont, daß die persönliche Prophylaxe in der sorgfältigen Kochung des Schweinefleisches, durch welche die Trichinen vernichtet werden, besteht. Aehnliche Bestimmungen galten für die Finnen im Fleisch der Thiere, die sich beim Menschen in den Bandwurm umwandelten. Gegen diese Gefahr sind gewöhnlich nur örtliche Verfügungen erlassen worden, nach denen das Fleisch bald vernichtet, bald unter Deklaration abgegeben wird. In Berlin wird das Fleisch vorher bei mäßiger Durchhitzung zerkleinert und abgekocht, eingepökelt und dann unter Deklaration abgegeben, während es bei hochgradiger Durchsetzung vernichtet wird. Die Wirkung dieser Maßnahmen zeigt sich deutlich in der Abnahme der Bandwurm- und Cysticercenverbreitung. Viel größere Schwierigkeiten bereitet die Bekämpfung anderer Thierseuchen. Vor Allem ist es die Zunahme der Rindertuberkulose. Seitdem man deren Umsichgreifen seit der Mitte der achtziger Jahre erkannt, sind die Thierärzte zu festen Grundsätzen über die Verwerthung des Fleisches perlsüchtiger Rinder gelangt, nach denen der Vertrieb des Muskelfleisches bei geringer örtlicher Ausbreitung noch für zulässig erklärt wird, bei stärkerer Verbreitung dagegen verboten ist. Viel schwieriger liegt die Frage der Bekämpfung der Rindertuberkulose dadurch, daß diese Thiere Produzenten des Hauptkindernahrungsmittels, der Milch, sind, und daß es sich herausstellt, daß in Folge der Verseuchung unserer Thierstände, die Milch und die Molkereiprodukte in steigendem Maße Tuberkelbacillen enthalten. Die Uebertragung der Tuberkulose durch den Genuß ungekochter Milch mit der Folge tödtlicher Erkrankung von Kindern ist auch schon in vorbakteriologischer Zeit wiederholt erwiesen worden. Seit der Entdeckung des Tuberkelbacillus ist der sichere Nachweis geführt worden, daß die Milch vielfach jene Keime birgt. Auch die Gefährlichkeit dieser Beimischung ist durch zahlreiche Beobachtungen bei der Ernährung von Kindern und der Fütterung von Thieren erwiesen worden. In den letzten zwei Jahren häufen sich die Nachrichten, daß auch die Molkereiprodukte, namentlich die Butter, recht häufig vollwirksame Tuberkelbacillen enthalten. Das Gleiche gilt für die Margarine, die ja eine Aufschwemmung thierischer Fette durch Milch darstellt. Man hat gerade in den letzten Jahren dieser drohenden Gefahr entgegenzuwirken versucht, indem man erstens durch frühzeitige Erkennung und Vernichtung der perlsüchtigen Rinder mittels der Tuberkulinreaktion der Zunahme der Verseuchung der Thierstände Einhalt zu bieten versucht, indem man zweitens durch Belehrung vor dem Gebrauch der neugekochten Milch warnt und auch Verfahren zur Pasteurisirung der Milchprodukte, wie z. B. der Butter, angegeben hat. Aber diese wichtige und schwierige Frage, an deren Lösung man eben erst herangetreten ist, harrt noch der endgültigen Erledigung.

Die Milch als das wichtigste Kindernahrungsmittel birgt aber auch durch ihre Zersetzlichkeit eine Reihe anderer schwerer Gefahren für das Volkswohl. Sie kann leicht verdünnt und dadurch in ihrem Nährwerth herabgesetzt werden. Dagegen schützen besondere polizeiliche Anordnungen, die bestimmte Normen für den Fettgehalt festgesetzt haben, deren Prüfung durch einfache Untersuchungsmethoden auch subalternen Kräften leicht möglich ist. (Verfügung vom 24. 1. 1884.) Aber sobald die Milch in die Hände der Konsumenten übergegangen ist, wird sie bei nachlässiger Behandlung leicht dem Verderben ausgesetzt und dann besonders weniger begüterten Müttern namentlich im Sommer eine Gefahr für deren Kinder durch Erzeugung des rasch tödtlichen Brechdurchfalls. Welche Veränderungen in der Milch eintreten und wie ihnen zu begegnen, hat zuerst F. Hueppe 1881 mit der neuen bakteriologischen Methodik erwiesen und später Flügge 1893 ergänzt. Am wirksamsten zeigt sich nach dem Verfahren von Hueppe die Pasteurisirung der Milch in kleinen Einzelportionen, oder das sofortige Aufkochen bei Konservirung unter niedrigen Temperaturen. In Anlehnung an die Hueppeschen Ideen hat dann im Jahre 1884 Soxhlet darauf sein Verfahren zur Herstellung einer keimfreien Milch für den Privatgebrauch durch Konstruktion eines handlichen Apparates aufgebaut, der in vielen Familien schnell Eingang fand. Die Lehre wurde auch von der Großproduktion beherzigt, die neuerdings bestrebt ist, von vornherein durch Reinlichkeit bei der Entnahme, durch sofortige Eiskühlung oder Pasteurisirung (d. h. Erwärmung auf höhere Temperaturen) mit nachfolgender Abkühlung im Großen, ein möglichst von vornherein keimfreies Ausgangsmaterial zu gewinnen. Auch hat man versucht, Milch im Großen zu sterilisiren und keimfrei schon an die Käufer abzugeben. Eine wesentliche Förderung erhielten alle diese Bestrebungen durch die Erkenntniß des Publikums, daß nichts übrig bleibt, als für eine gesundheitsgemäße Milch höhere Preise anzulegen als bisher üblich. Im Uebrigen ist gerade diese Frage am Schluß des Jahrhunderts Gegenstand lebhaftester Diskussion. Einen erheblichen Einfluß auf die Säuglingssterblichkeit des Sommers haben diese Fortschritte deshalb nicht gehabt, weil sie hauptsächlich der begüterten Bevölkerung zugänglich sind.

Natürlich mangelte es nicht an Versuchen, im Großen aus den Nährstoffen durch Benutzung minder werthvollen, leicht vergänglichen Materials Dauerpräparate zu gewinnen, welche durch billige Herstellungsweise und die Möglichkeit langer Haltbarkeit der Massen-

Finkler, Dittmar, geb. zu Wiesbaden 25. Juli 1852, Assistent am physiologischen Institut zu Bonn 1875—1879, dann innerer Kliniker; 1877 Privatdocent, 1881 außerordentlicher Professor. Nach Studienreisen in Amerika seit 1895 Professor der Hygiene in Bonn. — Die akuten Lungenentzündungen als Infektionskrankheiten 1890. — Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Hygiene 1893. — Arbeiten über Volksernährung und Tropon 1898.

ernährung zu Gute kommen sollten. Von der Herstellung der Fleischpräparate, die als Carne pura und in anderer Form schon zu Mitte der siebziger Jahre in den Handel kamen, bis zur Gewinnung des neuesten Produkts dieser Art, des Tropons, das aus minder werthvollem Fleisch-, Fisch- und Pflanzeneiweiß als ein billiges Eiweißpulver von D. Finkler hergestellt wurde, sind diese Versuche nicht zu einer rechten Geltung gekommen. Sie scheitern meist an der Gewohnheit der Bevölkerung, die neben der Bekömmlichkeit auch den Wohlgeschmack verlangt, und sie haben bisher weniger als Volksnährmittel, wie als Hilfsmittel für die Kranken eine Rolle spielen können.

Wohnungshygiene.

Der Vertreter der modernen experimentellen Hygiene ist stolz darauf, daß er, gestützt auf exakte naturwissenschaftliche Methodik, durch die Uebertragung der Arbeit seines Laboratoriums in die Praxis dazu beiträgt, die Gesundheit der Gesellschaft zu fördern. Aber gerade die Entwickelung der modernen Großstädte, das stete Auftreten neuer sozialer Erscheinungen auf diesem Gebiete, ermahnt ihn ständig, daß er seine Thätigkeit nicht auf die Einsamkeit seines Arbeitsraumes beschränken darf, daß er vielmehr seine Aufmerksamkeit ebenso sehr auf die Vorgänge lenken muß, die außerhalb seines engeren Arbeitsgebietes liegen. Er darf nie übersehen, wie eng die moderne Hygiene mit der Volkswirthschaft verknüpft ist. Das deutsche Klima weist uns darauf hin, den größeren Theil unseres Lebens innerhalb der Mauern unserer Häuser zuzubringen. Die Errungenschaften der Hygiene haben uns bisher nur gelehrt, einem großen Theil der Gefahren zu begegnen, denen uns die frühere Art in geschlossenen Räumen zu leben, aussetzte. Der Boden der Häuser ist rein, die Wasserversorgung eine reichliche geworden. Der aus dem Englischen herkommende Begriff der Komforts ist in einem Grade gestiegen, daß unsere heutigen Arbeiterkasernen an Bequemlichkeit vieles bieten, was sonst nur den Wohnungen der Reichen zugänglich gewesen war. Von besonderem Interesse ist der gesteigerte Anspruch an die Beleuchtung, denen die Fortschritte der elektrischen und Beleuchtungsindustrie vollständig genügen. In wenigen Jahrzehnten vollzog sich ein Umschwung in der Art zu bauen, so daß an vielen Orten jede kleinste Wohnung mit eigenen Wasserclosets und jede mittlere Wohnung mit eigenen Badeeinrichtungen versehen ist. Aber alle diese Errungenschaften werden überkompensirt durch die rapide Entwicklung unserer Großstädte. Es muß eingestanden werden, daß die hygienische Voraussicht sich ihr nicht gewachsen gezeigt hat, daß vielmehr in den meisten Großstädten Fehler begangen sind, die für die jüngste Vergangenheit, die Gegenwart und für die Zukunft der nächsten Zeit leider nicht mehr gut zu machen sind und die sich dereinst noch schwerer rächen werden, als dies schon jetzt der Fall.

In der gesammten hygienischen Entwicklung unseres Jahrhunderts, auf die wir im Ganzen stolz zu sein allen Anlaß haben, ist dies eine verhängnißvolle Lücke, dadurch entstanden, daß mangelnde Voraussicht mehr den unmittelbaren wirthschaftlichen als den gesundheitlichen Fortschritt berücksichtigt. Wie kurzsichtig dieser Standpunkt ist, läßt sich leicht dadurch beweisen, daß der wirthschaftliche Vortheil nur für kurze Zeit dem augenblicklichen Besitzer des zur Bebauung kommenden Grund und Bodens zufließt, der gesundheitliche Nachtheil aber sich für die Gesammtheit der Zeitgenossen und des kommenden Geschlechts als ein Verlust auch an wirthschaftlichen Gütern fühlbar macht. Der Fehler, den fast alle deutschen Großstädte bei ihrer plötzlichen räumlichen Ausdehnung machten, war der der zu dichten Bebauung mit Häusern, die eng aneinander gereiht in schmalen Straßen zu möglichster Ausnutzung des Bodens in die Höhe strebten. Man kann die Mißstände, die sich aus dieser Bebauungsart ergeben haben und noch ergeben werden, nicht schwarz genug schildern. Die Statistik ergiebt, daß die Schwankungen in der Sterblichkeit einzelner deutscher Großstädte, die unter einander ziemlich erheblich sind, in direkten Beziehungen zur Bebauungsdichtigkeit stehen. Aber die Statistik giebt nur die groben Unterschiede wieder; die feineren Verhältnisse aufzudecken bleibt den Sonderbeobachtungen vorbehalten, die der Arzt und der Hygieniker reichliche Gelegenheit haben anzustellen. Gar viele Fragen spezieller Natur drängen sich auf, deren Lösung im Zusammenhange einer späteren Zeit deshalb vorbehalten bleiben muß, weil man erst jetzt darauf aufmerksam zu werden anfängt, wie schwere Wunden der nationalen Gesundheit das System des Städtebaues der letzten zwei Jahrzehnte geschlagen hat. Einige einzelne Punkte nur seien hier hervorgehoben. Die Vertreter der Volkswirthschaft haben wiederholt betont, daß der Bruchtheil am Einkommen, den wegen der hohen Bodenpreise eine kleinere Familie für ihre Wohnung anzulegen hat, ein unverhältnißmäßig großer ist. Obendrein leiden in Folge des hohen Preises die meisten Großstädte an einer Uebervölkerung der kleinen Wohnungen, die zum Theil vielfach als Stätten der Hausarbeit dienen. Es ist klar, daß unter diesen Umständen die Ausgaben für die Ernährung, Kleidung und Erziehung verringert werden müssen. Der Einfluß der Ueberfüllung der kleinen Familienwohnungen auf die Sittlichkeit der heranwachsenden Jugend, die Gefahr, die darin liegt, daß aus den dumpfen überfüllten Räumen die jugendlichen männlichen Arbeiter in die Kneipen, die weiblichen auf die Straße getrieben werden, ist wiederholt betont worden. Wer die Arbeiterstraßen vieler modernen deutschen Großstädte an glühend heißen Sommertagen durchwandert, oder gar die Hofwohnungen selbst betritt, wird dies erklärlich finden. Mit den lebhaftesten Farben schilderte auf dem Tuberkulosekongreß des Jahres 1899 der Berliner Hygieniker Rubner den Zusammenhang zwischen den modernen Wohnungszuständen und den Gefahren der Krankheitsübertragung. Er betonte, daß die Verbreitung der Tuberkulose

direkt von der Bevölkerungsdichtigkeit abhänge und legte den sehr komplizirten ursächlichen Zusammenhang dar. Eine ganze Reihe von Punkten, bei denen ein viel unmittelbarerer Zusammenhang zwischen dem Wohnungselend und den Störungen der Volksgesundheit besteht, hat zudem in der Litteratur eine zusammenhängende Beantwortung überhaupt noch nicht gefunden, obwohl sie in ärztlichen Verhandlungen gelegentlich gestreift worden sind. Sie alle deuten darauf hin, daß die Entwicklung des modernen großstädtischen Städtebaues sich mehr noch als an der Gegenwart, an der Zukunft der kommenden Geschlechter versündigt hat. Es sei hier nicht bloß auf die Rachitis hingewiesen, die englische Krankheit, welche die im Winter der Luft und des Lichts beraubten Kinder in ihrer Mehrzahl befällt und ihre körperliche und geistige Entwicklung schädigt. Es sei vielmehr noch der Erscheinung gedacht, daß die Geburtenzahl in unseren Großstädten stetig abnimmt. Man hat vom grünen Tische aus dafür herangezogen, daß auch in den Arbeiterkreisen jetzt malthusianistische Bestrebungen Eingang finden. Wer aber als Arzt Gelegenheit hat zu sehen, wie häufig die Frauen unserer großstädtischen Bevölkerung durch das Tragen von Körben, durch das Einholen schwerer Gegenstände in ihre fünf Treppen hohen Wohnungen, bei der Nothwendigkeit durch industrielle Hausarbeit wegen der Höhe der Miethen mitzuverdienen, sich Unterleibsleiden und Fehlgeburten zuziehen, hat es nicht nöthig, die Gründe für die Abnahme der Geburtenzahl so weit herzuholen. In Berlin waren im Jahre 1893 Wohngebäude mit

1	2	3	4	5	und mehr Stockwerken
1643	1931	1831	3343	21384.	

In vielen anderen Großstädten liegen die Zustände nicht viel besser. In Berlin pflegt die Elite der männlichen Bevölkerung des Landes, die Soldaten des Gardekorps, nach beendeter Dienstzeit zu bleiben und ihren Erwerb zu suchen. Wer, wie der Verfasser, als Arzt Gelegenheit hat zu beobachten, welcher beklagenswerthen Entartung ein großer Theil des Nachwuchses dieser kräftigsten Sprossen des Volkes überwiegend in Folge der ungünstigen Wohnungsverhältnisse anheim fällt, der hat allen Anlaß vor den hellen Lichtseiten unserer modernen hygienischen Entwicklung diese Schattenseite scharf zu betonen, die in ihrer ganzen Gefahr noch lange nicht genug gewürdigt ist.

Zwar ist man nicht ganz an diesem Mißstand vorübergegangen. Vieles ist freilich überhaupt in absehbarer Zeit nicht mehr gut zu machen. Als man aber anfing, die Folgen zu würdigen, da wandte man sich zuerst an die private Thätigkeit. Es wurden gemeinnützige Baugenossenschaften zu Anfang der achtziger Jahre gegründet, die vielfach den sehr gesunden Gedanken der Decentralisirung zur Grundlage hatten und es ermöglichen sollten, durch Besiedelung außerhalb der Städte in den Vororten Ein- und Zweifamilienwohnhäuser in Kolonien zu errichten. Diese Wohnsitze sollten dann schließlich in den eigenen Besitz der Miether übergehen. Im Ganzen hatte diese Be-

strebungen nicht den Erfolg, den sie verdienten. Wirksamer waren ortspolizeiliche neue Bauordnungen, welche Baubeschränkungen und Anlagen größerer Höfe durchsetzten, sowie kommunalpolitische Maßregeln, welche für die Verbindungen der Vororte mit dem Geschäftszentrum Erleichterungen einführten. Noch mehr Erfolg versprachen die Bestrebungen staatlicher und städtischer Behörden, für ihre Angestellten die Frage durch Erbauung eigener Wohnhäuser zu lösen, denen die bisherigen Nachtheile der Massenkasernen fehlen. Aber die Lösung der Frage im großen Stil hat meist mit der Schwierigkeit zu kämpfen, daß es ohne Eingriff in das Privateigenthum nicht abgehen wird. In großen Städten sind vielfach auf Jahrzehnte hinaus die brachliegenden Ländereien in festen Händen von Privatbesitzern, die auf das Anwachsen des Werths durch Ausdehnung der Stadt rechnen. An dieser Thatsache scheitern viele Reformbestrebungen. Es ist aber nicht die Aufgabe des Hygienikers, Vorschläge zu andersartiger Besteuerung des jahrelang unbenutzt liegenden Bodens oder zu Enteignungsverfahren zu machen; er hat seine Pflicht erfüllt, wenn er die bestehenden Mißstände aufgedeckt hat, wenn er den Grundsatz bewiesen hat, daß der private Vortheil dem Interesse des Ganzen zurückzustehen hat. Außerhalb des Kreises der Hygieniker erheben aber schon jetzt immer weitere Kreise ihre Stimmen, welche eine gesetzliche Lösung der vorhandenen Mißstände verlangen. Der Ruf nach einem Reichswohngesetz wird immer lauter, ohne daß es gegenwärtig möglich ist zu sagen, was es enthalten soll. Mit polizeilicher Ueberwachung allein nach dem Muster der englischen Wohnungsaufseher, deren Einsetzung auch für deutsche Verhältnisse vor einem Jahrzehnte Pistor verlangte, ist es nicht gethan. Aber bis jetzt hat auch der Verein „Wohnungsgesetz“, der vor zwei Jahren in Frankfurt a. M. gegründet wurde, noch nicht viel durch seine Agitation erreichen können. In Hamburg wird jetzt ein Versuch zur Reform der Wohnungsfrage im Großen durch Beseitigung gesundheitsschädlicher Wohnräume gemacht, auf dessen Erfolg man gespannt sein darf. Wir werden hier aber noch lange kämpfen und resignirt uns mit der Hoffnung begnügen müssen, daß die Zukunft die Fehler der Gegenwart vermeiden wird.

Gewerbehygiene.

Die Gewerbehygiene ist überwiegend ein Abschnitt der speziellen Krankheitslehre; sie faßt die Beobachtungen zusammen, die das Auftreten besonderer Krankheitszustände unter dem Einfluß bestimmter beruflicher Schädigungen zum Gegenstande haben. Diese Krankheitszustände können je nach der Art der einwirkenden Schädlichkeit natürlich äußerst verschiedenartig sein; sie können zu den innerlichen oder äußerlichen Krankheiten gehören, einzelne Organsysteme, wie die Haut

oder die Sinnesorgane betreffen u. s. w. Der einheitliche Charakter ist durch die leicht auffindbare Ursache und die sich aus ihr ergebene Möglichkeit der Abhilfe gegeben, die sich nicht nur auf die Behandlung der schon Erkrankten, sondern vielmehr noch auf die Bestrebungen zur Verhütung erstreckt. Daher ist die Geschichte der Gewerbehygiene eben so alt, wie das Bestehen gewerblicher Thätigkeit. Schon aus dem Jahre 1717 besitzen wir ein noch heute werthvolles Werk von Ramazzini, „de morbis artificum diatribe", das wiederholt im achtzehnten und neunzehnten Jahrhundert ins deutsche übersetzt worden ist, so von Tralles 1745 und von Schlegel 1823. Im ganzen achtzehnten Jahrhundert und in der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts lieferten zahlreiche Aerzte kasuistische Beiträge zu den Gewerbekrankheiten oder zusammenfassende Uebersichten. In der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts beschäftigten sich namentlich englische, französische, aber auch deutsche Aerzte und Statistiker mit Rücksicht auf die Lebens- und Krankheitsversicherung mit dem Einfluß, den die verschiedenen Berufsarten auf die mittlere Lebensdauer ausüben und mit der Erhöhung der Lebensgefahr, die durch bestimmte Berufsarten erzeugt wird. Die Entstehung ganz neuer Zweige der Technik, an denen das neunzehnte Jahrhundert so reich ist, förderte unsere Erfahrungen auf diesem Gebiete bis in die neueste Zeit ständig, so daß es gar nicht möglich ist auf alle Einzelheiten einzugehen. Es seien nur einige wenige Punkte hervorgehoben. Von besonderer Bedeutung war die Beobachtung der Metallvergiftungen, für welche die Studien vom Tanquerel des Planches über Bleivergiftung 1842, die von Kußmaul über Quecksilbervergiftung aus dem Jahre 1861 und die zahlreichen Erfahrungen über die Phosphornekrose bei der Einführung der Zündhölzerfabrikation kennzeichnend sind. Auch die Staubinhalationskrankheiten durch Einathmung von mineralischem, metallischem und vegetabilischem Staub fanden durch zahlreiche Bearbeiter eingehende Würdigung. Die gesammelten Erfahrungen, welche die verschiedenen Grade der Gesundheitsgefahr ergaben, stellte Hirt 1871 in einem größeren Werke über die „Staubinhalationskrankheiten" zusammen. Die gesammte Gewerbehygiene fand einen Bearbeiter in Eulenberg, dessen großes Handbuch der Gewerbehygiene 1876 erschien. Seitdem hat die Wissenschaft gerade diesem Gebiete regste Aufmerksamkeit geschenkt und den Zusammenhang zwischen der Staubeinathmung und der Schwindsuchtsgefahr bis in die neueste Zeit eingehend berücksichtigt.

Hirt, Ludwig, geb. zu Breslau 1841, seit 1877 daselbst außerordentlicher Professor für öffentliche Gesundheitspflege, seit einem Jahrzehnt Nervenarzt. — Die Krankheiten der Arbeiter, 4 Bd. 1871—1876. — System der Gesundheitspflege 1876.

Eulenberg, Hermann, geb. 20. Juli 1814 zu Mülheim a. Rh. Von 1836 praktischer Arzt in Lennep. 1848 Physikus in Bonn und Privatdozent der gerichtlichen Medicin. 1870—1890 vortragender Rath im preußischen Kultus-

Das Aufblühen der chemischen Industrie in den letzten zwei Jahrzehnten, namentlich aber der Farbentechnik, bereicherte unsere Kenntniß von der Gefahr bestimmter lebensgefährlicher Gase und von der Einwirkung mancher Anilinderivate auf die Haut. Die bakteriologische Aera lehrt uns auch noch parasitäre Gefahren kennen, die Möglichkeit der Milzbrandinfektion bei den Pinselarbeitern, den Wollsortirern und den Hadersortiren in der Papierfabrikation. Von besonderer Bedeutung war die Einführung des maschinellen Dampfbetriebes und später des elektrischen Betriebes, welche die Unfallgefahr wesentlich erhöhte. In den letzten Jahren wuchs auch unsere Kenntniß von der Thatsache, daß vielfach äußere Verletzungen und Betriebsunfälle durch Gewalt die direkte oder indirekte Ursache für innere Erkrankung bilden. Die Zusammenstellung dieser Erfahrungen durch den Breslauer Kliniker R. Stern, die in den Jahren 1898/1900 erschien, bildet einen stattlichen Band. Dem Nachweis der bestehenden Schädlichkeiten folgte nach Möglichkeit das Bestreben der Abwehr. Am leichtesten war diese gegenüber der äußeren Gefahr durch Verletzungen durchzusetzen, da die gesetzlichen Bestimmungen über Haftpflicht und später über die staatliche Unfallversicherung zur Einrichtung und Ausbildung von Sicherheitsmaßregeln drängten. Schwieriger liegt die Frage für die Verhütung von gesundheitlicher Berufsgefahr, deren Folge innere Erkrankungen sind. Hier hat zunächst der Staat auf Grund der gewonnenen Erfahrungen durch gesetzliche Bestimmungen eingegriffen; so wurden auf Grund der Gewerbeordnung vom Jahre 1865 in den Jahren 1892 bis 1897 eine ganze Zahl von Bekanntmachungen des Bundesraths erlassen, welche Bestimmungen über die Abhängigkeit der Ausübung des Berufs von einer Konzession, Beschäftigungsdauer, Vorsichtsmaßregeln und Ventilationseinrichtungen in besonders gefährlichen Industrieen, so in der Phosphor- und Bleiindustrie, Bergwerken, Spinnereien, Buchdruckereien u. s. w. enthielten; es wurde vor Allem durch Gesetz vom 27. April 1891 die Gewerbeaufsicht eingeführt, in deren Bereich die Ueberwachung der im Interesse der Gesundheit vorgeschriebenen Einrichtungen und die Feststellung neuer sich herausstellender Uebelstände gehört. In den letzten Jahren, in denen die Einführung der Invaliditätsversicherung die Vernachlässigung der gewerbehygienischen Vorschriften sofort in finanzieller Belastung der gesammten versicherungspflichtigen Bevölkerung fühlbar macht, begnügt man sich nicht mit der staatlichen Aufsicht. Einzelne Versicherungszweige, wie diejenige von Berlin, vertheilt in den besonders gefährlichen Berufszweigen, der Buchdruckerei u. A., Belehrungen über die Vorsichtsmaßregeln,

ministerium, seitdem im Ruhestand in Bonn. — Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen 1865. — Das Medicinalwesen in Preußen 1874. — Handbuch der Gewerbehygiene auf experimenteller Grundlage 1876. — Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens 1881. — Schulgesundheitslehre, 2. Aufl. 1900. (1. Aufl. gemeinsam mit Theodor Bach.)

die der Einzelne im Interesse seiner Gesundheit wahrzunehmen hat.

Mit dem Aufschwung der Industrie und der Entstehung der großen Fabriken machte sich aber bald eine bisher unbekannt gewesene neue Gefahr auf dem Gebiete der Gewerbehygiene geltend, nämlich die Ausnutzung der Arbeitskräfte zum Zwecke der Erreichung einer möglichst billigen Produktion. Namentlich in England machte sich schon zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts die unerhörte Ausnutzung der Kinder- und Frauenarbeit als schwerer Mißstand fühlbar und man begann den Mangel gesetzlicher Bestimmungen zu empfinden. Schon 1802 wurde daher dort ein Gesetz „zur Bewahrung der Gesundheit und Moral der Lehrlinge in den Baumwollfabriken" erlassen, das aber, da es an Organen zur Durchführung fehlte, keine große Wirkung hatte. Erst 1833 erfolgte die Einsetzung besonderer Staatsbeamten, zugleich eine Ausdehnung auf die gesammte Textilindustrie, die allmählich durch neue eigene Fabrikgesetze ergänzt wurde, bis 1878 ein einheitliches Fabrik- und Werkstättengesetz erlassen wurde, das auch den Bergbau einschloß. Diese Gesetze, welche die Ausnutzung der Arbeitskraft durch Bestimmungen über die Arbeitszeit und das zulässige Lebensalter regelten, wurden erst in hartem Kampfe durchgesetzt. In Deutschland wurden für die rheinischen Betriebe 1839 Bestimmungen erlassen, nach denen Kinder unter 9 Jahren überhaupt nicht, von 9—16 Jahren nicht während der Nacht und nicht länger als 10 Stunden beschäftigt werden durften. Im Jahre 1853 wurde die Altersgrenze für den ganzen Staat auf 12 Jahre heraufgeschoben und diese und ähnliche Bestimmungen gingen in die Reichsgewerbeordnung vom Jahre 1869 über. Während der nächsten 20 Jahre wurden keine erheblichen Fortschritte erzielt. Erst im Jahre 1891 in Anlehnung an die internationale Arbeiterschutzkonferenz 1890 wurde ein deutsches Arbeiterschutzgesetz erlassen, welches Bestimmungen über die Sonntagsruhe traf, Maßregeln über gesonderte Arbeit der Geschlechter, über Bade- und Eßeinrichtungen anordnete, die Arbeit von Kindern unter 13 Jahre in Fabriken verbot und vor dem sechzehnten Lebensjahr eine Beschäftigung von mehr als 6 Stunden untersagte. Besondere Bestimmungen wurden noch für die weiblichen Arbeiter gegeben. Auf Grund eines Regulativs vom 28. 3. 1892 wurde eine theils aus Mitgliedern des Reichstages, theils aus Beamten bestehende „Reichskommission für Arbeiterstatistik" gebildet, welche Erhebungen über gewerbehygienische Fragen anstellt, auf Grund deren Bestimmungen erlassen werden, so 1896 eine solche zur Beschränkung der Arbeitszeit in Bäckereien, später solche über den Ladenschluß am Abend u. s. w. Durch ortspolizeiliche Bestimmungen wurde in den letzten Jahren vielfach auch die Beschäftigung schulpflichtiger Kinder außer dem Hause eingeschränkt oder aufgehoben. Neuerdings machten sich auch Bestrebungen geltend, im Interesse der Konkurrenzfähigkeit der Industrie die Frage des Arbeiterschutzes durch internationale Bestimmungen zu regeln.

Im Uebrigen ist erfreulicher Weise neben dem staatlichen Einschreiten die private Thätigkeit nicht zurückgeblieben. Die größere Zahl unserer großen und größeren Fabrikanlagen sind hygienisch vorzüglich bestellt in Bezug auf Luftraum, Beleuchtung, Ventilation, Reinigungs- und Speiseräume. Größere industrielle Anlagen haben in Bezug auf Wohlfahrtseinrichtungen, wie Arbeiterwohnhäuser, Kasinos und Lesehallen, Speiseanstalten für Unverheirathete, Pensionskassen u. s. w. mustergiltige Einrichtungen getroffen. Für diese Anstalten gilt nicht mehr, wie zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts die Befürchtung, daß die Fabrikarbeit degenerativ zu wirken drohe. Hier, wie auf dem ganzen Gebiete der Gewerbehygiene schließt das Jahrhundert in erfreulicher und für die Zukunft vielversprechender Weise ab.

Schulhygiene.

Die neuen Lehren, welche die Pettenkofer'sche Schule für die Hygiene der Wohnräume fest begründet, fanden natürlich ihre Anwendung zunächst auf diejenigen Einrichtungen, die der Oeffentlichkeit dienten. Mit dem zunehmenden Bildungsbedürfniß unserer Zeit und der Entwicklung des Schulwesens, das durch die Einführung des Schulzwanges die gesammte Jugend des Volkes betheiligte, wurde die Frage der Jugenderziehung Gegenstand gemeinschaftlicher Thätigkeit für den Pädagogen und den Hygieniker. Am wenigsten Schwierigkeiten machten die Fragen von der zweckmäßigen Bauart, Beleuchtung, Beheizung und Ventilation der Schulräume; denn hier handelte es sich nur um die Spezialisirung allgemeiner Aufgaben, die von der hygienischen Technik schon gelöst waren. Die Frage der Jugenderziehung in größeren Verbänden komplizirte sich aber durch eine ganze Anzahl besonderer Aufgaben, welche die Entwicklung der Schulhygiene als einer eigenen Disziplin rechtfertigten. Viele dieser Fragen, soweit sie die geistige und physische Erziehung der Jugend betreffen, sind ausschließlich pädagogischen Inhalts und daher auch von den Meistern unserer Pädagogik, von Basedow, Pestalozzi u. A. eingehend behandelt. Die Hygiene berühren diese pädagogischen Fragen in dem Punkte, daß neben der intellektuellen Ausbildung die gleichzeitige Schulung des Körpers durch Muskelübungen dringend verlangt werden muß, im Interesse der harmonischen Ausbildung und um den Schädigungen der sitzenden Lebensweise vorzubeugen. Hierfür

Literatur zur Schulhygiene. Baginski u. Janke, Handbuch der Schulhygiene. 3. Aufl. 1900. Eulenberg u. Bach, Schulgesundheitslehre. 1. Aufl. 1891. 2. Aufl. 1900. — Handbuch der Hygiene v. Weyl. Band 7, Abth. 1: Burgerstein u. Netolitzki, Handbuch der Schulhygiene 1895.

traten schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts Guths Muths, der 1793 seine Gymnastik für die Jugend schrieb und im Anfange dieses Jahrhunderts Jahn ein, der das Schauturnen der Jugend einführte. Durch viele Jahrzehnte wurden diese Bestrebungen namentlich in den höheren Schulen vernachlässigt, bis erst in der neuesten Zeit wieder der körperlichen Ausbildung durch eine verständige Pädagogik eine größere Beachtung geschenkt und den Bewegungs- und Turnspielen ein größerer Raum gewährt wird. Mit besonderer Wärme tritt vorzugsweise F. Hueppe in seiner doppelten Eigenschaft als Hygieniker und gediegener Kenner des Turnwesens für die körperliche Ausbildung der Schuljugend auf. Die neuere Richtung begünstigt neben den Turnübungen, die obligatorisch geworden, die körperlichen Spiele und nach englischem Vorbild den Sport in Form von Ballspielen, Ruderübungen u. s. w., die nicht nur die Muskeln, sondern auch die Geistesgegenwart üben. Auch der Hautpflege wird in den Schulen seit etwa zwei Jahrzehnten eine größere Beachtung geschenkt, und seitdem zu Anfang der achtziger Jahre Göttingen mit der Errichtung von Schulbrausebädern vorausging, hat dieses Beispiel zahlreiche Nachahmung gefunden. Viel umfangreicher als diese positive Seite der Schulhygiene ist deren negative Seite, das Studium der nachtheiligen Einflüsse, welche der Schulunterricht auf die körperliche und geistige Entwicklung der Schuljugend hat und die Behandlung der Mittel zu deren Beseitigung. Schon im Jahre 1836 lenkte Lorinser die Aufmerksamkeit auf verschiedene sanitäre Nachtheile des Schulwesens und gab damit den Anlaß zu zahlreichen Untersuchungen. Er warf den Gymnasien die Vernachlässigung der körperlichen Ausbildung vor und suchte die Abhülfe in einer Verminderung der Schulstunden und der häuslichen Arbeiten. Durch zwanzig Jahre hindurch bemühte man sich nun, nachdem einmal Lorinser die Aufmerksamkeit erweckt, die Frage der gesundheitsschädlichen Wirkung der Schule durch Sammlung von Material zu studiren; mit besonderem Eifer wurde namentlich die Angelegenheit der Schulbänke behandelt und durch die Arbeiten von Fahrener (1865), Parow (die Reform der Schultische 1865) und des Anatomen Hermann Meyer, der die mechanischen Verhältnisse des Sitzens und die Ursache der Krümmung der Wirbelsäule studirte, gefördert. Durch die Arbeit von namhaften Orthopaeden (**Klopsch** 1861, Eulenburg 1862, Schildbach 1872) wurde die Häufigkeit der Entstehung von Wirbelsäuleverkrümmungen durch unzweckmäßige Sitze im schulpflichtigen Alter erwiesen und seitdem hat die Technik nicht geruht, bis es gelungen ist, zweckmäßige Schulbänke herzustellen, welche diese Schädigung abhalfen. Seit dem Jahre 1867 bemühte sich der Breslauer Augenarzt Hermann Cohn bis in die

Cohn, Hermann, geb. zu Breslau am 4. Juni 1838. Studirte Medizin und Naturwissenschaft. Assistent an der Augenklinik zu Breslau bis 1866, seitdem Augenarzt in Breslau. 1868 Privatdocent, seit 1874 außerordentlicher Professor. — Untersuchungen der Augen von 10 000 Schulkindern nebst

neueste Zeit durch die Untersuchung zahlreicher Schulkinder die Ursachen der zunehmenden Kurzsichtigkeit unter der Schuljugend festzustellen und die Mittel zur Abhilfe anzugeben. Seit der Mitte der achtziger Jahre lenkte der dänische Arzt Lange und später A. Hartmann in Berlin die Aufmerksamkeit der Aerzte und Schulmänner auf ein sehr verbreitetes Leiden der Schuljugend, die adenoiden Vegetationen des Nasenrachenraums, welche die an dieser Krankheit leidenden Kinder in der Fähigkeit, den Unterricht zu folgen, schädigten. Etwas später begann man der Thatsache Aufmerksamkeit zu schenken, daß eine Reihe geistig minderwerthiger Kinder, namentlich der Volksschulen, den Fortgang der Ausbildung schädigten und man fand Abhilfe durch Errichtung eigener Klassen für diese Schüler, die zuerst in Frankfurt am Main, später in Charlottenburg, jetzt in Berlin und anderen Orten errichtet wurden. Schon lange hatten die Aerzte darauf hingewiesen, daß die Schulen vielfach den Ort bildeten, an dem ansteckende Krankheiten sich übertrugen. Namentlich in England und Oesterreich lieferte die amtliche Statistik werthvolle Beiträge zu der Thatsache, daß die Steigerung gewisser epidemischer Kinderkrankheiten mit der Eröffnung des Schuljahres zusammenfiel. Es handelte sich nicht bloß um den Umstand, daß die neueingeschulten Kinder die Krankheiten, die sie doch einmal durchmachen mußten, wie die Masern, mit Beginn des Schulbesuchs sich zuzogen. Diese Kinder übertrugen die Ansteckung dann auch auf ihre jüngeren, wenig widerstandsfähigen Geschwister und so wurde die Schule der Anlaß zu manchem vermeidbaren Verluste. Das wachsende Interesse für die Schulhygiene gab den Nervenärzten und den Kinderärzten in den letzten zwei Jahrzehnten Anlaß, die Frage der Ueberbürdung der Schulkinder durch geistige Anstrengung zu studiren. Die Behauptungen der Aerzte stießen hierbei vielfach auf den Widerspruch der Pädagogen. Es muß zugegeben werden, daß von Seiten der Aerzte Vieles auf Rechnung der Schule geschoben wurde, was erblicher Belastung, dem neurasthenischen Charakter unserer Zeit und argen Sünden des Elternhauses ebenso sehr zugeschrieben werden muß. Auch darf nicht vergessen werden, daß ein bestimmtes Maß von Anforderungen an die durchschnittliche Leistungsfähigkeit der Schüler seitens der Schule unbedingt aufrecht erhalten werden muß, um die Schüler zum späteren Kampf ums Dasein auszubilden und daß nicht die durchschnittlichen Anforderungen an die Gesammtheit nach der Leistungsfähigkeit der Minderwerthigen bemessen werden dürfen. Aber immerhin haben die von Aerzten wie Kraepelin und Grießbach angegebenen Methoden der Messung der geistigen Leistungsfähigkeit, die von Schmidt-Monnard angestellten Wägungen der Schulkinder

Vorschlägen zur Verbesserung der den Augen nachtheiligen Schuleinrichtungen 1867. — Die Hygiene des Auges in den Schulen 1883. — Ueber den Beleuchtungswerth der Lampenglocken 1885. — Ueber den Einfluß hygienischer Maßregeln auf die Schulmyopie 1890. — Lehrbuch der Hygiene des Auges 1892.



einen großen Werth als Methoden, um den Einfluß des Schulunterrichts auf die geistige Leistungsfähigkeit zu prüfen.

Alle diese Beobachtungen der letzten drei Jahrzehnte drängten schließlich zur Aufstellung der Forderung, daß der Schulunterricht einer ärztlichen Ueberwachung unterstellt werden sollte. In langen Verhandlungen in den letzten Jahren konnte eine Einigung zwischen Aerzten und Pädagogen unter Wahrung der Selbstständigkeit der letzteren erzielt und die Aufstellung von Grundsätzen erreicht werden, nach denen die ärztliche Ueberwachung der Schule stattfinden sollte. Den Lehrern bleibt die Hygiene des Unterrichts nach den allgemeinen Grundsätzen der Schulverwaltung vorbehalten; den Schulärzten liegt es ob, die neu aufgenommenen Schüler auf ihren körperlichen und geistigen Gesundheitszustand zu untersuchen, durch möglichste frühzeitige Untersuchung den Ausbruch ansteckender Krankheiten festzustellen und die hygienischen Einrichtungen der Beleuchtung, Beheizung und Ventilation zu überwachen. Mit der Errichtung von Schularztstellen ging Wiesbaden im Jahre 1898 voraus, andere Städte wie Charlottenburg, Berlin, und zahlreiche andere folgten in den nächsten Jahren und es bleibt abzuwarten, in wie weit die gemeinsame Arbeit von Lehrern und Aerzten in der nächsten Zeit die Nachtheile des Schullebens abzuwenden in der Lage sein wird.

Krankenhäuser.

Die Bezeichnung der Hospitäler rührt von dem Gebrauch des Mittelalters her, vor den Thoren der Stadt kleine Unterkunftshäuser zur Aufnahme der fremden Reisenden, der hospites, der „Elenden" zu errichten. Diese Anstalten gewannen allmählich den Charakter der Krankenhäuser. Anstalten, die lediglich den Zweck hatten, der Aufnahme von Kranken zu dienen, gab es schon im Alterthum und bei außereuropäischen Völkern und es fällt, wie Virchow in seinen Aufsätzen über Krankenhäuser und Hospitalwesen ausführt, zwar die ältere Geschichte der Hospitäler fast ganz mit der Religionsgeschichte zusammen, es ist aber ein Irrthum, diese Anstalten für eine erst durch das Christenthum geschaffene Einrichtung zu halten. Im Mittelalter nach den Kreuzzügen entstanden Ritterorden, deren Aufgabe die Pflege der Kranken und Siechen war, wie der Orden von St. Lazarus und vom heiligen Geiste. Daneben bildeten sich geistliche Orden, wie die Franziskaner, die barmherzigen Brüder und Schwestern, deren Aufgabe die Krankenpflege im Hause und in eigenen Anstalten war. Aber auch bürgerliche Krankenhäuser, begründet durch Stiftungen Einzelner und verwaltet von den Gemeinden, entstanden damals schon und haben sich zum Theil bis in unsere Zeiten erhalten. Auch an Sonderkrankenhäusern fehlte es nicht, zu deren Errichtung in großer Zahl außerhalb der Städte namentlich der Aussatz Veranlassung bot. Die im Mittelalter begründeten Zustände erhielten sich fort bis etwa

um die Mitte dieses Jahrhunderts, in denen in den Städten große Krankenhäuser in klosterähnlichen alten Gebäuden untergebracht waren, theils in städtischem, theils in staatlichem Besitz, theils von religiösen Verbänden geleitet. Einige dieser Anstalten dienten zugleich Unterrichtszwecken, insbesondere auch, wie die im Jahre 1710 in Berlin gegründete Charité, der Ausbildung der militärärztlichen Zöglinge. In diesen alten Krankenhäusern waren meist auf engen Raum bei ganz ungenügender Reinlichkeit die Kranken zusammengepferdht; die Absonderungen der Wunden und Geschwüre verpesteten die Luft; eigene Hospitalkrankheiten, wie der Hospitalbrand, gefährdeten auf das Aergste das Leben der Operirten, auch eine Absonderung bei ansteckenden inneren Erkrankungen war nur in geringem Maße durchführbar. Ein allgemeiner Wandel trat seit den Erfahrungen ein, welche die Engländer an den Epidemieen des Krimkrieges machten. Wenn die englische Armee im ersten Winter des Krieges 10 283 Mann an Krankheiten verloren, im zweiten Winter dagegen nur 551, während in derselben Zeit und unter denselben Verhältnissen die Verluste der Franzosen von 10 934 auf 21 182 stiegen, so war dieser Erfolg nur dem unter einem Kostenaufwand von 15 Millionen Franks durchgeführten neuen Prinzip zuzuschreiben, die Kranken zu evacuiren und in kleineren Räumen unterzubringen, die einer ausgiebigsten Luftzufuhr zugänglich waren. Ueber Amerika, wo während des Secessionskrieges durch die Opferwilligkeit der Bevölkerung große Neueinrichtungen geschaffen wurden und das System der Krankenbaracken zuerst Anwendung fand, kamen die neuen Ideen auch zu uns, wo gerade die bürgerlichen Gemeinden im Begriff waren, neue städtische Krankenhäuser zu errichten. Gestützt auf die neue hygienische Bautechnik brach man mit dem alten System der dunklen, engen Massivbauten und schuf die modernen städtischen Krankenhäuser, deren Hauptprinzip die Zusammensetzung aus zahlreichen kleinen Einzelbauten, einstöckigen Baracken oder ein- bis zweistöckigen Pavillons ist; diese Häuschen, auf einem möglichst freien Terrain gebaut, bieten Gelegenheit zu ausgiebigstem Zutritt von Licht und Luft, und sind mit leicht zu reinigenden Fußböden versehen: Verwaltungsgebäude, Wasch-, Heiz- und Desinfektionsanstalten sind in gesonderten Gebäuden untergebracht; die äußerlichen und innerlichen Kranken werden in getrennten Abtheilungen aufgenommen und die an ansteckenden Krankheiten Leidenden können leicht abgesondert werden. Nach diesen Gesichtspunkten wurde zuerst 1869 das Berliner städtische Krankenhaus am Friedrichshain, dann 1871 das Barackenlazareth in Moabit, ursprünglich Pockenkrankenhaus, später allgemeines Krankenhaus, 1876 das Jakobshospital in Leipzig errichtet. Zu Anfang der achtziger Jahre wurde das große Eppendorfer Krankenhaus in Hamburg erbaut, in den neunziger Jahren folgten Magdeburg, Hannover, Frankfurt am Main, Dresden und andere Großstädte. Schon zu Ende der sechziger Jahre begann man mit dieser Reform gleichzeitig diejenige der Krankenpflege zu verbinden, indem man berufsmäßige weibliche Kranken-



pflegerinnen anstellte und in den mit den Krankenhäusern verbundenen Lehranstalten systematisch ausbildete. Nach ihrem Austritte aus der Anstalt kommt die Thätigkeit dieser Pflegerinnen der Privatkrankenversorgung zu Gute. Für den Fall ihres Verbleibens bestrebt man sich neuerdings, durch Pensionseinrichtungen für ihre Zukunft zu sorgen. Die Einführung der antiseptischen Wundbehandlung und die Reform der Chirurgie und Gynäkologie beeinflußte vielfach die innere Gestaltung dieser Krankenhäuser. Zugleich führte dieser Umschwung zu einem weiteren Schritt auf einer seither in ausgiebigster Weise im Werden begriffenen Umgestaltung des Krankenhauswesens, der Spezialisirung der Anstalten nach der Art der zu behandelnden Krankheiten. Schon früher trennte man äußere, innere und geburtshilfliche Abtheilungen; gelegentlich kamen in besonders groß angelegten Anstalten noch Abtheilungen für Haut- und Nervenkranke hinzu. Die Trennung der Geisteskranken aber hatte sich sogar schon viel früher vollzogen entsprechend der humaneren Gestaltung des Irrenhauswesens. Hier war es Conolly, der 1839 statt der bisherigen Zwangsbehandlung das System der „No restraint" einführte, das seitdem zum maßgebenden Prinzip wurde. Es kann hier nicht auf die höchst wichtige Entwicklung moderner Behandlung der Geisteskrankheiten eingegangen werden; aber die weitere Durchführung dieser humanen Prinzipien führte eben zur Loslösung der Irrenpflege von der sonstigen Krankenhausbehandlung, zumal da die moderne Irrenpflege für geeignete Kranke das System der geschlossenen Anstalten durch Heranziehung der Familienpflege und die Errichtung von landwirthschaftlichen Kolonien erweiterte. Die Spezialisirung der Anstalten für körperlich Kranke, wie sie sich im letzten Jahrzehnt anbahnt, ist vielfach weniger medizinischen, als direkt hygienischen Charakters, denn selbst die Bestrebungen zur Errichtung eigener Kinderkrankenhäuser, die bisher nur in einzelnen Städten, wie Berlin und nur durch private Hilfe erfolgreich waren, werden von einem rein hygienischen Standpunkt geleitet, der Möglichkeit durch Sondereinrichtungen die Gefahr der Uebertragung ansteckender Krankheiten auf ein Minimum herabzusetzen. Von den sonstigen Sonderkrankheiten der neuesten Zeit sind drei Kategorien von hygienischem Interesse, die Unfallkrankenhäuser, die Rekonvalescentenstationen und die Heilstätten für Lungenkranke. Die erstere Einrichtung ist die natürliche Folge der deutschen Unfallgesetzgebung, nach der die Berufsgenossenschaften die Verpflichtung haben, den Verletzten bei ganzer oder theilweiser Erwerbsunfähigkeit eine Rente zu zahlen; nach neueren Bestimmungen haben diese Gesellschaften auch das Recht, von einem gewissen Zeitraum an in jedem Falle, und von dem Zeitpunkt des Unfalls an in den ihnen geeignet scheinenden Fällen statt der Krankenkassen die Behandlung zu übernehmen. Durch die Unfallgesetzgebung wurde der Thätigkeit des Arztes geradezu eine neue, eine sozialhygienische Aufgabe gestellt, nämlich den Kranken nicht nur zu heilen, sondern wieder arbeitsfähig zu machen. Bisher begnügten

sich die Krankenanstalten aus Mangel an Raum, mehr noch aus Mangel an Sondereinrichtungen, mit der ersten Forderung. Jetzt entstanden in den letzten Jahren besondere Unfallabtheilungen an größeren Anstalten und sogar besondere Unfallkrankenhäuser, deren Aufgabe es ist, mit Hilfe eigenartiger, meist sogenannter medico-mechanischer und orthopädischer Methoden, die geheilten Verletzten auch wieder arbeitsfähig zu machen. Von eben so großer Bedeutung ist die Anwendung des gleichen Gedankens auf die an innerlichen Krankheiten Leidenden durch Errichtung von Rekonvalescentenstationen nach englischem Muster. In der That wurde vieles Leid dadurch hervorgerufen, daß die meisten Patienten nach kaum überstandener Krankheit aus den hygienisch musterhaften Anstalten in die ungünstigeren Verhältnisse ihres Heims entlassen werden mußten, zugleich vor der Nothwendigkeit stehend, sich ihr Brod zu verdienen. Seit anderthalb Jahrzehnten hat Berlin auf seinen Rieselgütern solche Rekonvalescentenstationen errichtet, in die Genesene, aber auch der Schonung bedürftige Patienten aus den Krankenhäusern oder der Krankenpflege entlassen werden und wo sie bei guter Luft und reichlicher Verpflegung, bei der Gelegenheit sich viel im Freien aufzuhalten, die Wiederkehr ihrer Kräfte abwarten können. Die meisten größeren Städte sind diesem Beispiele gefolgt durch Errichtung von Rekonvalescentenhäusern auf städtischem Besitze außerhalb der Stadt selbst. Im Jahre 1900 schlug der Münchener Kliniker Ziemssen vor, in Anlehnung an das nach seinen Angaben neu errichtete Rekonvalescentenheim der Stadt München den zu Grunde liegenden Gedanken noch zu erweitern, nämlich die städtischen Krankenhäuser von allen denjenigen Kranken zu entlasten, die ohne besondere technische oder medikamentöse Behandlung, bei Aufenthalt in guter Luft und entsprechender Pflege in solchen außerhalb der Stadt gelegenen Anstalten unter gleichzeitiger Heranziehung der physikalisch-diätetischen Behandlung größere Aussicht haben zu genesen, als in den geschlossenen Anstalten innerhalb der Städte.

Von besonderer Mächtigkeit ist aber in Deutschland die Bewegung zur Errichtung von Heilstätten für Lungenkranke. Sie stützt sich ebensosehr auf humanitäre Gesichtspunkte, wie auf die einfache Rechnung der Invaliditätsversicherungsanstalten. Es stellte sich allmählich heraus, daß die Lungentuberkulose die häufigste Todesursache unter den Versicherungspflichtigen ist, daß ihre Verbreitung weniger von natürlichen, als von socialen Verhältnissen abhängt und daß sie unter den der Versicherung unterworfenen Kreisen verbreiteter ist, als in der Gesammtbevölkerung. Hier bildet sie die häufigste Ursache der Invalidität, so daß von allen in der Industrie beschäftigten männlichen Arbeitern, die bis zum 30. Jahre invalide werden, mehr als die Hälfte tuberkulös sind. Für die Invaliditätsfälle aller Arbeiterklassen und Berufe kommen einschließlich der viel weniger ergriffenen landwirthschaftlichen Arbeiterschaft mehr als 11 Prozent auf die Schwindsucht. Nun hatte schon seit 1854 Hermann Brehmer

darauf hingewiesen, daß nach der von ihm begründeten klimatischen Behandlung in geschlossenen Anstalten die Schwindsucht geheilt werden könne und sein Schüler Dettweiler hatte die Brehmersche Methode weiter ausgebildet. In Deutschland wurde seither für bemittelte Kranke eine Reihe solcher Anstalten gegründet und England ging mit der Errichtung von Sanatorien für Unbemittelte in Ventnor, Bournemouth und Sandgate voran. Seit dem Ende der achtziger Jahre begann in Deutschland die Agitation für Errichtung ähnlicher Anstalten unter der Führung von Leyden in Berlin, Schrötter in Wien und Finkelnburg in Bonn. Eine kurzer Weile trat die Bewegung unter den durch die Tuberkulinaera erweckten Hoffnungen zurück; aber bald ging man thatkräftig, nachdem auch die Invaliditätsanstalten begannen, ihre Kranken den schon bestehenden Privat-Heilanstalten zu überweisen, mit dem Bau der Volksheilstätten für Lungenkranke voran. Die Unternehmer des Baus waren theils Versicherungsanstalten, theils private, eigens zu diesem Zwecke begründete Gesellschaften, theils kommunale Verbände. Die Gesellschaft vom rothen Kreuz unterstützte mit Rath und Geldmitteln die Unternehmung, voran ihr für diese Angelegenheit unermüdlich thätiger Generalsekretair, Oberstabsarzt Dr. Pannwitz. Der Bau und die Einrichtung wurden nach einheitlichen Prinzipien ausgeführt, wenn irgend angängig, im Mittelgebirge, sonst in Waldgegenden . Gegenwärtig sind schon 33 Heilstätten in Betrieb und zahlreiche andere im Entstehen begriffen. Die Dauer der Kur beträgt meistens drei Monate; zur Aufnahme gelangen nur Fälle im ersten Beginn der Krankheit. Die Kranken sollen nicht nur gebessert oder geheilt, sondern auch zu einem hygienischen Leben erzogen werden. Die bisher erzielten Augenblickserfolge bei der Entlassung waren gut; über die Dauererfolge läßt sich gegenwärtig noch nicht viel sagen; was darüber vorliegt, ist aussichtsvoll.

Brehmer, Hermann, geb. 14. August 1826 in Kurtsch in Schlesien, Arzt seit 1853, gründete 1854 die Görbersdorfer Heilanstalt für Lungenkranke, dessen Leiter er bis zu seinem Tode, 23. Dec. 1889, war. — Die Gesetze der Heilbarkeit der Lungenschwindsucht 1854. — Die chronische Lungenschwindsucht und Tuberkulose der Lunge, ihre Ursache und Heilung, Berlin 1857, 2. Aufl. 1869. — Die Aetiologie der chronischen Lungenschwindsucht vom Standpunkte der klinischen Erfahrung 1877. — Die Therapie der chronischen Lungenschwindsucht 1885. — Görbersdorfer Veröffentlichungen.

Finkelburg, Karl Maria, geb. zu Marialinden 16. Juni 1832, kurze Zeit Militärarzt und Arzt in London, Irrenarzt zu Siegburg 1857—1861. 1863 Dozent für Hygiene in Bonn, 1872 daselbst außerordentlicher Professor, 1876—1880 Mitglied des Gesundheitsamtes zu Berlin, von da bis 1893 wieder als Lehrer in Bonn, wo er zurücktrat. Starb am 11. Mai 1896 zu Godesberg. „Ueber den Einfluß der Volkserziehung auf die Volksgesundheit“ 1873. „Die öffentliche Gesundheitspflege Englands“ 1874. „Ueber den hygienischen Gegensatz von Stadt und Land“ 1882. Begründer des Centralblattes für allgem. Gesundheitspflege 1882. (Bonn.)

Nach demselben Princip erstrebt man jetzt die Errichtung von Sanatorien für andere chronisch Erkrankte. So befürwortete der Leipziger Nervenarzt Moebius die Errichtung von Heimstätten für unbemittelte Nervenkranke, deren erstes im vorigen Jahre aus privaten Mitteln in Zehlendorf errichtet wurde. Das Wiederauftreten der Lepra in der Gegend von Memel, wohin sie von einem endemischen Heerd in den russischen Ostseeprovinzen eingeschleppt wurde, hat im Jahre 1898 zur Errichtung eines staatlichen Lepraabsonderungshauses im dortigen Kreise geführt.

Arbeiterversicherung.

Der leitende und immer mehr an Bedeutung gewinnende Gesichtspunkt des neunzehnten Jahrhunderts war der, daß die gesundheitliche Schädigung des Einzelnen nicht nur eine Gefahr für den Betroffenen, sondern zugleich eine Belastung und einen Verlust für die Gesammtheit bedeutet, und daß es weniger darauf ankommt, die schon eingetretene Schädigung zu mildern, als durch die Vereinigung der einzelnen schwachen Kräfte dem Eintritt solcher Gefahren vorzubeugen. Dem entsprechend blühte überall das private Versicherungswesen, das dem Einzelnen ermöglicht, die finanziellen Sorgen, welche Tod, Erwerbsunfähigkeit im Alter, Unfall hervorrufen, zu mindern. Das Vermögen des Arbeiters ist seine Gesundheit und so begannen die zu hoher Blüthe gelangten englischen Gewerksvereine die Versicherung ihrer Mitglieder gegen die Gefahren der Krankheit zu übernehmen. Deutsche freie Hilfskassen folgten diesem Beispiele; auch bildeten sich aller Orten Ortskrankenkassen, welche die Mitglieder gleichartiger Gewerke vereinten oder Fabrikkrankenkassen unter Mitwirkung der Fabrikleiter. Zu Beginn der achtziger Jahre begann in Deutschland der Staat einen ganz neuen Weg einzuschlagen, indem auf Grund der kaiserlichen Botschaft vom 17. Nov. 1881 das Programm einer durch Gesetz eingeführten Zwangsversicherung gegen die Gefahren der Erkrankung, des Unfalls, der Invalidität und zugleich zum Schutz für das Alter eingeführt wurde. Eine Versicherung gegen Arbeitslosigkeit wurde nicht eingeführt; zahlreiche Vorschläge in anderen Ländern, wie namentlich in der Schweiz, haben sich bisher als nicht durchführbar erwiesen. Das erste dieser deutschen sogenannten socialen Gesetze war das Krankenversicherungsgesetz, das zuerst am 15. Juni 1883 zu stande kam. Es schrieb die Zwangsversicherung für alle Arbeiter mit Einnahmen unter 2000 Mk. vor, und bestimmte die Minimalleistungen, welche die Krankenkassen zu leisten hatten, die in freier ärztlicher Behandlung, freier Verabreichung von Heilmitteln, und bei Erwerbsunfähigkeit in einem Krankengelde bis zur Hälfte des durchschnittlichen Tagelohnes bestanden. Die Einzelheiten des Gesetzes wurden auf Grund gesammelter Erfahrungen durch häufige Novellen im Laufe der Jahre vielfach geändert. Die schon bestehenden verschiedenen Arten

von Kassen wurden im Wesentlichen erhalten. Im Jahre 1893 betrug die Zahl der Versicherungspflichtigen mehr als 7 Millionen, für Behandlung und Krankengeld wurden mehr als 100 Millionen verausgabt, die Zahl der Erkrankungsfälle betrug fast 3 Millionen, die der Krankheitstage fast 50 Millionen.

Das zweite sociale Gesetz war das Unfallversicherungsgesetz vom 6. Juni 1884, das ebenfalls verschiedene Nachträge bis in die neueste Zeit erhielt. Seit dem Jahre 1871 bestand in Deutschland ein Haftpflichtgesetz, das aber den Anspruch des Verletzten von dem Nachweis der Verschuldung des Arbeitgebers abhängig machte. Diese Forderung fehlt in dem neuen Gesetz, das den Anspruch auf Entschädigung auf den Versicherungszwang gründet. Die Entschädigung umfaßt die Kosten des Heilverfahrens von der 13. Woche der Erwerbsunfähigkeit ab, bis zu welcher Zeit die Krankenkassen eintreten müssen und eine Rente für die Dauer der Erwerbsunfähigkeit, deren Höhe nach dem Grade der Erwerbsunfähgkeit festgesetzt wird, sowie für den Todesfall eine Rente für die Hinterbliebenen. Die Lasten tragen die Unternehmer, die in Berufsgenossenschaften vereint sind. Im Jahre 1893 betrug die Zahl der Versicherten gegen 18 Millionen, die Zahl der Verletzten 264 000, von denen für 62 000 die Unfallversicherung aufzukommen hatte. Getödtet wurden 6336 Arbeiter mit 12 763 Hinterbliebenen, dauernd erwerbsunfähig wurden 2507. Zur Entscheidung über Streitigkeiten fungiren Schiedsgerichte, in letzter Instanz das Reichsversicherungsamt. Auch innere Erkrankungen können als Folge eines Unfalles gelten.

Das dritte sociale Gesetz, die Invaliditäts- und Altersversicherung, wurde am 22. Juni 1889 angenommen. Es giebt allen Versicherten, die das 70. Jahr erreicht haben, ohne Rücksicht auf ihr sonstiges Einkommen, und allen Versicherten, die unfähig sind, ein gewisses Minimum zu erwerben, ohne Rücksicht auf ihr Alter einen Anspruch auf Rente. Die Kosten übernehmen das Reich, die Arbeitgeber und Arbeiter. Das Reich schießt zu jeder zur Auszahlung gelangenden Rate pro Jahr 50 Mk. zu. Die Arbeiter sind in vier Lohnklassen getheilt, für die pro Woche 14, 20, 24 oder 30 Pf. gezahlt werden, in die sich Arbeiter und Arbeitgeber theilen. Die Invaliditätsrente hängt von der Zahl der Beitragswochen und der Lohnklasse ab, zu dem noch ein Grundbetrag von 110 Mk. kommt; sie schwankt zwischen 114,70 und 415,50 Mk., die Altersrente zwischen 106,40 und 191 Mk. Träger dieser Versicherung sind besondere Landesanstalten. Im Jahre 1894 bezogen 204 500 Personen Altersrente, 91 500 Invalidenrente. Es wurden an sie insgesammt 34,4 Millionen Mark bezahlt. Es macht sich, namentlich in den industriellen Gegenden, immermehr die Tendenz der Zunahme der Invaliden geltend. Die Versicherungsgesetze zeigen noch manche Mängel und sind sicher noch viele Reformen bedürftig. Insbesondere geht neuerdings das Bestreben dahin, die verschiedenen Arten der Versicherung zu vereinigen. Aber schon jetzt läßt sich ein Einfluß auf die Volksgesundheit und zwar ein direkter und ein in-

direkter, erkennen. Was den direkten Einfluß betrifft, so hat namentlich das Krankenkassengesetz und das Unfallsgesetz bewirkt, daß eine größere Zahl von Patienten den Arzt rechtzeitiger und häufiger aufsuchen, daß sie, vor dringendster Noth geschützt, die Zeit der Genesung abwarten und darum nicht so leicht rückfällig und siech werden. Für bestimmte Krankheiten läßt sich dies zahlenmäßig erweisen. Noch größer sind die indirekten Errungenschaften. Es zeigt sich hier besonders augenfällig, daß viel mehr als alle nur durch die Höhe der Gefühle meßbaren humanitären Bestrebungen diejenigen Erwägungen auf den Fortschritt hinwirken, deren Nothwendigkeit durch Zahl und Maaß, in diesem Falle durch die Höhe der aufzubringenden Geldsummen dargethan werden kann.

Wir verdanken die Reformen auf dem Gebiete der Reconvalescentenpflege, die Fortschritte in der Technik der Unfallheilkunde in erster Linie dem Bestreben, die Kosten der Versicherungsgesetze zu mildern. Der gewaltige Eifer für die Errichtung von Lungenheilstätten führte erst durch die stete Agitation von Krankenkassenkommissionen und unter thatkräftiger finanzieller Hilfe der Versicherungsanstalten zur Verwirklichung der lange gehegten Absichten. Noch größer sind die Pläne, die einzelne besonders kapitalkräftige Versicherungsanstalten für die Zukunft hegen, indem sie noch andere Krankheitskategorien ins Bereich ihrer Thätigkeit ziehen wollen, die Errichtung von Siechenheimen für ihre invaliden Rentner beabsichtigen, in denen diese nicht nur den Anstalten weniger kosten, sondern sicher auch selbst besser aufgehoben sein werden. Auch beabsichtigt man die Errichtung von Ferien- und Erholungsanstalten. Ja, da das Gesetz den Versicherungsanstalten das Recht giebt, ihre Kapitalien für gemeinnützige Zwecke selbstverständlich unter der Wahrung der Sicherheit anzulegen, so ist die Hoffnung nicht ausgeschlossen, daß der größte hygienische Mißstand unseres Jahrhunderts, die Arbeiterwohnungsfrage, von dort aus gefördert wird.

Es beginnt also auch hier die Entwickelung, die für die gesammten hygienischen Reformen unseres Jahrhunderts so kennzeichnend ist. Im größten Maaßstabe wurden hier Geldmittel auf dem Zwangswege gesammelt, deren Reservefonds schon jetzt ganz enorme Summen darstellen und die doch im Wesentlichen den von Krankheit, Unfall, Alter und Noth Betroffenen zu Gute kommen sollten. Schon nach zehnjährigem Bestand gelangt man dahin, diese Mittel gerade im Interesse der Versicherten zu einem großen Theil für die V o r b e u g u n g nutzbar zu machen. Inwieweit dies gelingen wird, und wie groß der Einfluß auf die gesammte Volksgesundheit, das festzustellen wird einer viel späteren Zeit vorbehalten sein.

Wohlfahrtseinrichtungen.

Die meisten socialhygienischen Einrichtungen des Jahrhunderts sind nicht planmäßiger Absicht, sondern einer allmählichen Entwickelung, z. Th. auf Umwegen entstammt; sie wurden meist durch gewerkschaftliche, kommunale oder staatliche Verbände ins Leben gerufen. Im Gegensatz zu ihnen verdanken eine große Zahl verdienstlicher Institutionen, die eine Lücke ausfüllen, wenn sie auch theilweise zu den „kleineren Mitteln" gehören, ihre Entstehung lediglich der Menschenfreundlichkeit einzelner Persönlichkeiten, welche den scharfen Blick für den Weg zur Abhilfe sichtbarer Mängel und die Thatkraft, ihre Reformpläne, oft in langem Kampfe, durchzuführen besaßen. Die bedeutendste That auf diesem Gebiete ist die Anregung zur Genfer Convention durch Henry Dunant, der seit dem Jahre 1859 für den internationalen Schutz der Verwundeten, Aerzte und Pfleger im Kriege durch das Zeichen des rothen Kreuzes agitirte. Der Abschluß der Convention erfolgte am 22. August 1864; ihr Inhalt wurde schon 4 Jahre später einer Revision unterzogen und durch Zusatzartikel, die auch den Seekrieg betreffen, erweitert (20. Oktober 1868). Die Convention wurde sofort von 8 Staaten angenommen, Preußen trat erst 1865, die Mehrzahl der übrigen deutschen Staaten und Oesterreich 1866, Rußland 1867 bei. Ungefähr gleichzeitig vereinigten sich auch die Hilfsvereine für Verwundete in 27 Staaten unter dem Zeichen des rothen Kreuzes. Der deutsche Verein vom rothen Kreuz beschränkt übrigens seine Thätigkeit nicht auf die Kriegsthätigkeit, sondern stellt seine Mittel und Vorräthe, wie Baracken, Krankenbetten &c. auch in Friedenszeiten für Epidemieen, Heilstätten zur Verfügung.

Eine zweite, nur der privaten Initiative entsprossene Idee ist die Errichtung von Kinderheilstätten für schwächliche und scrophulöse Kinder und von Ferienkolonien. Auch hier war England schon zu Anfang des Jahrhunderts vorangegangen, während in Deutschland die erste Kinderheilstätte 1841 in Ludwigsburg errichtet wurde, der bald andere folgten. Das erste Seehospiz für Kinder wurde 1856 in Italien errichtet; in Deutschland gründete man zahlreiche Anstalten in den Soolbädern und 1876 die erste Kinderheilstätte in Norderney. Durch die Agitation von Benecke kam dann ein „Verein für Kinderheilstätten an den deutschen Seeküsten" zu Stande, der an der Ostsee und Nordsee zahlreiche Anstalten errichtete.

Um die Mitte der siebziger Jahre begründete der Züricher Pfarrer Bion die Ferienkolonien für Kinder, eine segensreiche Einrichtung, die bald durch private Wohlthätigkeit in allen deutschen Großstädten Eingang fand. Berlin sendet jeden Sommer tausende von ärmeren Kindern nach auswärts, während Halbtagsferienkolonien es ermöglichen, auch viele in der Stadt gebliebene Kinder unter der Aufsicht von Lehrern ins Freie zu führen. Die Wirkung der Kur wird durch Wägungen und Messungen kontrollirt. In den letzten zehn Jahren entstanden zahlreiche ähnliche Anstalten zum Schutz der Kinder

wie Krippen für Säuglinge, die der mütterlichen Pflege entbehren, Kinderhorte zur Beaufsichtigung kleiner Kinder, deren Eltern ihrem Beruf nachgehen, Frühstücksvereine, die mit ihren Mitteln für darbende Schulkinder sorgten. Für ärmere Wöchnerinnen errichtete man Vereine für Hauspflege und Wöchnerinnenvereine. Ebenfalls der privaten Fürsorge entstammten die Einrichtungen, deren Ziele schon die Bezeichnung ausdrückt, Volksküchen, Wärmehallen, private Asyle für Obdachlose u. s. w. Von erheblicher Bedeutung sind auch die Bestrebungen zur Hebung des Rettungswesens. Im Jahre 1882 regte Friedrich v. Esmarch die Frage der Ausbildung von Laien für die erste Hilfe bei Unglücksfällen an und hielt selbst Vorlesungen über diesen Gegenstand. Sein Beispiel fand vielfach Nachahmung und man ging, wieder in Anlehung an ein englisches Vorbild, auf seine Veranlassung zur Gründung von Samaritervereinen vor, die allmählich eine große Ausdehnung gewannen. Gegenwärtig ist die Ausbildung eines Theils der Schutzleute, der Feuerwehrmannschaften im Samariterdienste seitens der Behörden officiell eingerichtet. In großen Städten richtete man ferner aus privaten Mitteln sogenannte Sanitätswachen ein, die zumeist ärztliche Hilfe bei plötzlichen nächtlichen Erkrankungen, dann aber auch bei Unglücksfällen leisten sollten. Diese Einrichtungen wurden in Berlin von Ende der siebziger Jahre an, in anderen Städten später getroffen, und werden aus privaten Mitteln mit Unterstützung der Gemeinden erhalten. Sie sind für Massenunfälle unzulänglich und bedürfen der Ergänzung durch Verbesserung des Transportwesens. Eine vollkommenere Einrichtung, die namentlich diesen Punkt berücksichtigt, ist die von Baron Mundy in Wien nach dem Brande des Ringtheaters 1881 organisirte Rettungsgesellschaft, nach deren Muster andere Städte ähnliche Einrichtungen trafen. In Berlin sind zu dem gleichen Zwecke in den letzten Jahren in Verbindung

Mundy, Jaromir v., geb. 3. Oct. 1822 auf Schloß Eichhorn in Mähren, erst Soldat bis 1855, studirte dann Medicin und nach seiner Promotion das Irrenwesen. Machte den Feldzug 1866 als Arzt mit. 1872 Professor des Militärsanitätswesens in Wien, legte die Stelle aber bald nieder, um dann die südeuropäischen Feldzüge 1874—1878 mitzumachen und in der Türkei den Sanitätsdienst zu organisiren. Gründete 1881 die Wiener Rettungsgesellschaft. Starb durch Selbstmord 1894. Arbeiten über Sanitätseisenbahnzüge, Reform des Irrenwesens, Sanitätsreformen im Kriege über freiwilligen Sanitätsdienst des Maltheserordens.

Bär, Abraham Adolf, geb. 26. December 1834 in Posen, promovirte 1864. Seit 1872 dirigirender Arzt an der Strafanstalt in Plötzensee bei Berlin, seit 1879 Bezirksphysikus. „Die Gefängnisse, Strafanstalten und Strafsysteme in hygienischer Beziehung" 1871. „Der Alkoholismus, seine Verbreitung und Wirkung auf den individuellen und socialen Organismus" 1878. „Die Trunksucht und ihre Abwehr" 1890. „Der Verbrecher in anthropologischer Beziehung" 1893. „Die Hygiene des Gefängnisses" 1897. „Ueber das Vorkommen von Phthisis in den Gefängnissen" 1883. Aufsätze in Zeitschriften zur Alkoholfrage.

mit einigen Berufsgenossenschaften die über die ganze Stadt vertheilten Unfallstationen errichtet worden, die auch über ein geordnetes Transportwesen gebieten. Neben ihnen wirken seit 1897 die ärztlicher Initiative entstammten Rettungsstationen und Rettungswachen, denen zugleich die Aufgabe zufällt. die Ueberführung in die öffentlichen Krankenhäuser bei Unfällen und Erkrankungen zu erleichtern.

Seit Mitte der achtziger Jahre regten ferner namhafte Aerzte, an der Spitze der Berliner Dermatologe Lassar, die Fortbildung der in Deutschland arg darniederliegenden Einrichtungen für Volksbäder an. Die Agitationen des Vereins für Volksbäder, der auch auf verschiedenen Hygieneausstellungen für die Vorführung von Mustermodellen sorgte, waren erfolgreich. Zahlreiche Großstädte, wie Stuttgart, Leipzig, später Berlin und jetzt Breslau sind mit der Errichtung großer Volksbadeanstalten, die theils Brausebäder, theils Hallenschwimmbäder, theils Wannenbäder zu billigen Preisen bieten, vorgegangen.

Sehr wichtig ist der Kampf gegen den Alkoholismus. Seit einigen Jahrzehnten wiesen Mediciner, namentlich Kliniker, Nervenärzte und Hygieniker, wie Bär, Forel, Kraepelin, Bunge und zahlreiche andere Forscher, auf die schweren degenerativen Folgen des Alkoholmißbrauchs für die diesem Laster verfallenen Individuen und für deren Nachkommenschaft hin. Juristen betonen die kriminalistische Seite, die Beziehungen der Trunksucht zum Verbrechen. In den jüngsten Jahren besprachen namentlich bayrische Aerzte, wie Bollinger, Buchner, Moritz und Strümpell, die Beziehungen übermäßigen Biergenusses, des „Gambrinismus“, zur Entstehung vieler chronischer Krankheiten. Auf diese Hinweise gestützt ist eine mächtige Bewegung in Deutschland nach dem Vorbild von England und Amerika im Entstehen. Es bilden sich zahlreiche Vereine, die ihre Mitglieder zu völliger Abstinenz verpflichten; andere Vereine wirken durch Vorträge und Flugblätter unermüdlich für die Erziehung des Volkes. Sie arbeiten auch für die Abschaffung des Trinkzwanges in den Speisehäusern, für die Reform der Trinksitten; man bemüht sich alkoholfreie Ersatzgetränke einzuführen, und schließlich die Heilung der Trinker durch Errichtung von Trinkerasylen zu fördern; die Bewegung hat erfreulicherweise schon erhebliche Fortschritte gemacht. Daß die Wissenschaft mit der Lehre gebrochen hat, in dem Alkohol einen Kraftspender

Bollinger, Otto, geb. 2. April 1843 zu Altenkirchen in der Pfalz, Arzt seit 1867, Professor der Pathologie an der Thierarzneischule zu München, seit 1880 Professor der pathologischen Anatomie und Direktor des pathologischen Instituts. Mitbegründer und Redakteur der „Deutschen Zeitschrift für Thiermedicin und vergleichende Pathologie“. „Atlas und Grundriß der pathologischen Anatomie“ 1896, 2 Bd. Zahlreiche Einzelaufsätze mit Entdeckungen zur pathologischen Anatomie, zur Parasitenkunde, insbesondere zur Tuberkulose der Menschen und Thiere.

für schwere körperliche Leistungen zu sehen, ist ein Vortheil; die rohe Erfahrung stützt diese Lehre; und wie die Militärsanitätsbehörden es durchgesetzt haben, daß der Schnaps aus den Flaschen der marschirenden Truppen verschwindet, so verzichten solche Arbeiter, die bei schwerer körperlicher Arbeit zugleich Verantwortung tragen und Lebensgefahren sich aussetzen, schon jetzt vielfach freiwillig auf Alkohol. Aber man darf nicht vergessen, daß der Alkohol ein Beruhigungsmittel für den Sorgenvollen und den Nothleidenden ist, der ihm ein schöneres Dasein vortäuscht. Weite Kreise der Bevölkerung ziehen ferner im Winter nach schwerer Arbeit dem Aufenthalt in ihren engen, schlechten, überfüllten Wohnungen denjenigen in den Kneipen vor. Mehr als alle noch so gut gemeinte Propaganda hat dem Schnapsmißbrauch die Verbesserung der socialen Lage der Arbeiter Abbruch gethan; und umgekehrt würde deren Verschlechterung mächtiger sein, als alle Agitation, um diese Kreise in größerem Maaße rückfällig zu machen. Hueppe hat vollständig Recht, daß in den social etwas höher stehenden Kreisen die zunehmende Verbreitung der Turnspiele, des Sports in allen Formen neben den anderen hygienischen Vortheilen indirect den Alkoholismus wirksamer eingeschränkt hat, als dies alle bisherigen Maßregeln vermocht hätten. Diese Sportbestrebungen, einschließlich des in weiten Kreisen verbreiteten Radfahrens, bringen die Menschen ins Freie und entvölkern so die Kneipen; sie machen das Reizmittel durch Kräftigung des Körpers entbehrlich; ja der reine Sport, das Trainiren der Ruderer und Ballspieler, setzt sogar die vollständige Abstinenz voraus.

Medicinalstatistik.

Das Ziel der modernen Hygiene war das, die allgemeine Gesundheit zu verbessern; die Wirkung dieser Bestrebungen mußte sich zahlenmäßig an der Abnahme bestimmter Krankheiten, an der Verbesserung der Sterblichkeit insgesammt und besonders an der bestimmter Altersklassen, wie der der Säuglinge und Kinder, erweisen lassen. Die Anstellung dieser Probe setzt das Vorhandensein eines zuverlässigen und möglichst umfangreichen Zahlenmaterials auf dem Gebiete der Bevölkerungsbewegung voraus, dessen Durchforschung eben die Aufgabe einer besonderen hygienischen Disciplin ist, der Medicinalstatistik. Der Medicinalstatistiker bedarf dieses Materials aber auch zur Lösung specieller Fragen, wie des Einflusses von Witterung, Klima und Jahreszeit, von Wohnungsverhältnissen und Ernährungsarten, beruflichen Einflüssen 2c. auf die Verbreitung bestimmter Krankheiten. Indem er dies Material verarbeitet, treibt er angewandte Statistik, während die Beschaffung der Unterlagen die Aufgabe der Statistik im engeren Sinne ist, eine Aufgabe, die für größere Fragen nur mit den Mitteln des Staats zu erreichen ist, während für Specialfragen, wie z. B. die des Einflusses einer bestimmten Beschäftigung auf eine bestimmte Krankheit, private Enquêten genügen

oder ergänzend einzutreten haben. Aufnahmen der Bevölkerungszahl durch die Staatsbehörden zum Zweck der Besteuerung, der Heeresaushebung gab es natürlich schon im Alterthum bei allen Völkern. Wegen der Unvollkommenheit der Methoden konnte aber von einer brauchbaren Statistik nicht die Rede sein. Eine solche datirt erst seit dem 18. Jahrhundert. Die Bezeichnung rührt von dem Göttinger Staatsrechtslehrer A c h e n w a l l, dem „Vater der Statistik" her, der 1749 darunter die Behandlung aller Dinge verstand, die den Staat angehen. Die Erweiterung der bisherigen staatlichen Aufzeichnungen unter höheren wissenschaftlichen Gesichtspunkten, namentlich auch in Bezug auf Bevölkerungsstatistik, ließ sich Friedrich der Große während seiner ganzen Regierungszeit gelegen sein; unter ihm gab B ü s c h i n g 1767 die erste periodische statistische Schrift, welche zugleich Einzelheiten brachte, heraus. In seine Regierungszeit fällt auch das Wirken von J o h a n n P e t e r S ü ß m i l c h, der auf Grund seines noch unzulänglichen Materials eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten in der Bevölkerungsbewegung nachwies. Auch fanden damals schon überall gelegentliche Volkszählungen statt. Die Errichtung eigener landesstatistischer Behörden datirt seit der französischen Revolution. Für die Neugestaltung der Verwaltung und Steuern erhielt L a v o s i e r den Auftrag, das nöthige Material zusammenzustellen. Da er in seinem Gutachten 1790 den Mangel aller geeigneten Grundlagen beklagen mußte, so wurden die fehlenden Einrichtungen getroffen, die allerdings die Republik nicht überdauerten, um erst später nach dem Untergang des Kaiserreichs wieder hergestellt zu werden. Indes folgten andere Länder nach. 1805 gründete der Minister S t e i n das preußische statistische Bureau, das nach dem Tilsiter Frieden 1808 in seinem Bestande gesichert wurde und das seit 1845 amtlich periodische Veröffentlichungen erläßt. 1813 errichtete Bayern sein statistisches Bureau, dessen Leitung seit 1839 der verdiente Statistiker v. H e r m a n n übernahm, der von 1850 an die als Sammelwerk hochgeschätzten „Beiträge zur Statistik des Königreichs Bayern" veröffentlichte. Die anderen deutschen Staaten folgten allmählich nach. Seit 1877 erhielt das deutsche Reichsgesundheitsamt den Auftrag periodische Veröffentlichungen über die Bevölkerung, Morbiditäts- und Mortalitätsstatistik in Deutschland, unter Berücksichtigung des Auslandes anzustellen. Diese Veröffentlichungen des Reichsgesundheitsamts sind seither eines unserer bedeutendsten Quellenwerke für die Medicinalstatistik geworden. Da die verschiedenen Arten der Erhebung in den einzelnen europäischen Ländern die Benutzung der Zahlen für den internationalen Verkehr erschwert, so regte der belgische Statistiker Q u e t e l e t die Abhaltung ständiger internationaler Kongresse an, die

Süßmilch, J o h a n n P e t e r, geb. 1707 zu Berlin, gest. 1767, Feldprediger, Ober-Konsistorialrath, Akademiker. Hauptwerk: „Betrachtungen über die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechtes aus der Geburt, dem Tode und der Fortpflanzung erwiesen 1741.

sich nicht mit der Theorie, sondern nur mit den Forderungen möglichst gleichmäßiger Erhebungen beschäftigen sollten. Der erste Congreß fand 1853 zu Brüssel statt; die periodische Wiederkehr ist noch heute gesichert. Zur Lösung internationaler Unterschiede wurde seit 1872 eine Permanenzcommission eingesetzt. Die statistischen Aemter der einzelnen Staaten leiten jetzt nach feststehenden Grundsätzen die Volkszählungen und anderen periodischen Erhebungen, wie die Berufszählungen und so weiter.

Inzwischen war über der Theorie der Statistik eifrig gearbeitet. Schon im vorigen Jahrhundert hatten Euler und Bernoulli die mathematische Seite der statistischen Beweise behandelt; in diesem beschäftigten sich Laplace und Fournier mit den Beziehungen der Wahrscheinlichkeitsgesetze zu den Schlußfolgerungen aus dem statischen Material.

Schon damals fing man an, angewandte Statistik zu treiben und namentlich war das Werk von Quetelet Sur l'homme aufsehenerregend, in dem er an statistischem Material bewies, daß die moralischen Handlungen des Menschen höheren Gesetzen unterworfen sind. Zu den wichtigsten Fragen der angewandten Hygiene gehört die Beschaffung von Tabellen, welche die Absterbeordnung einer normalen Bevölkerung wiedergeben. Diese Tabellen sind nicht nur für die Lebensversicherungsstatistik unentbehrlich, sondern auch für die Beurtheilung der gesammten Volksgesundheit. Daher gehen die ersten Versuche schon auf Halley im 17. Jahrhundert zurück. In diesem Jahrhundert wurde die Methode ausgebaut. Hermann begründete 1840 die Methode der sogenannten directen Bestimmung, die nur für begrenzte Kreise durchführbar ist, dann aber zuverlässige Resultate giebt. An dem Ausbau der indirecten Methode, die sich auf die Volkszählungsresultate stützt, bethätigten sich namhafte Statistiker, unter denen sich in der neuesten Zeit namentlich die Berliner Statistiker von Firks und Boekh große Verdienste erworben, der erstere, indem er zuverlässige Sterbetafeln des preußischen Staats ausführte, der letztere, indem er verschiedene Fehlerquellen ausmerzte.

Das schon vorhandene Material wurde nun von zahlreichen Specialforschern zu Zwecken der Medicinalstatistik durchgearbeitet und ergab richtiges Material über die gesetzmäßigen Beziehungen, die zwischen Krankheits- und Sterblichkeitsbewegungen, Geburtshöhe und Eheschließungszahl einerseits, zwischen äußeren Einflüssen, wie Klima, Wetter, Beruf, Beschäftigung, Ernährung, Lebensweise andererseits bestehen. Die Zusammenstellung des erzielten Wissens fand in mehreren größeren Werken statt, deren bedeutendsten die folgenden drei sind:

Quetelet, Lambert Adolphe Jacques, geb. 1796 zu Genf, 1814 Professor der Mathematik, 1828 Director der Sternwarte zu Brüssel. Gestorben 1844. „Recherches statistiques sur le royaume des Pays-Bays" 1823. Hauptwerk: „Sur l'homme et le développement de ses facultés, un essai de physique sociale" 1835.

F. Oesterlen, Medizinalstatistik, Tübingen 1866.
Westergaard, die Lehre von der Morbidität und Mortalität, Jena 1882.
Georg v. Mayr, Bevölkerungsstatistik, Freiburg 1897.

Die Beschäftigung der Hygieniker mit der angewandten Statistik lehrte aber bald erkennen, daß für Schlußfolgerungen die äußerste Vorsicht geboten ist. Die Berechtigung zu solchen ist nur dann gegeben, wenn absolut zuverlässig gewonnenes, und vergleichbares Material vorliegt, dessen Behandlung zudem die Kenntniß zahlreicher technischer Fehlerquellen voraussetzt. Eine dilettantische Beschäftigung mit der scheinbar so leicht zu behandelnden Statistik hat vielfach schon zu bedenklichen Irrthümern verführt und zu dem Schlagwort des mehr witzigen als wahren „mensonge en chiffres" Anlaß gegeben, das doch nicht die Methode treffen kann, sondern nur deren unfähige Interpreten.

Für Deutschland besitzen wir seit fast einem Vierteljahrhundert, für die einzelnen Bundesstaaten und noch kleineren Bevölkerungseinheiten sogar schon seit längerer Zeit eine zuverlässige Mortalitätsstatistik. Mit solchen Zeiträumen läßt sich schon arbeiten. Es kann daher schon jetzt die Probe gemacht werden, ob die Fortschritte der Hygiene einen durch Zahlen ausdrückbaren Erfolg gehabt haben.

Wenn man an der Hand absolut sicherer Zahlen die Sterblichkeitsbewegung in Deutschland insgesammt und für die einzelnen Bezirke betrachtet, so ergiebt sich, daß etwa seit dem Jahre 1875 ein Abfall der Sterblichkeit eingetreten ist, der für fast alle Altersklassen beider Geschlechter gilt und der mit vereinzelten Ausnahmen einiger Städte und Bezirke gleichmäßig Stadt und Land betrifft. Die nächste Ursache dieser Sterblichkeitsabnahme liegt in dem Zurückgehen der Infektionskrankheiten. Diese Abnahme der Sterblichkeit ist, was sehr ins Gewicht fällt, durch eine in den gleichen Zeitraum fallende Aenderung der socialen Gestaltung nicht behindert worden. Gerade während dieser Zeit hat die städtische und industrielle Bevölkerung auf Kosten der Landbevölkerung außerordentlich zugenommen; trotzdem ist die Sterblichkeit in den Städten verhältnißmäßig noch mehr zurückgegangen, als auf dem Lande, und die Unterschiede sind jetzt zwischen Stadt und Land ganz geringfügig. Die Industrie und das Wohnen in der Stadt bedroht also die Gesundheit nicht mehr in dem Grade, wie früher. Man darf annehmen, daß der große Rückgang der Sterblich-

Oesterlen, Friedrich, geb. zu Mußhardt 22. März 1812, 1843 Privatdozent in Tübingen, 1845—1848 Professor in Dorpat, 1849—1853 Privatdozent und Arzt in Heidelberg, später in Stuttgart und in der Schweiz, seit 1870 in Stuttgart, wo er am 19. März 1877 starb. „Medizinische Logik" 1852. „Handbuch der Hygiene, der privaten und der öffentlichen" 1851. „Handbuch der medizinischen Statistik" 1866 und 1874. „Die Seuchen, ihre Ursachen, Gesetze und Bekämpfung" 1873. „Zeitschrift für Hygiene, med. Statistik und Sanitätspolizei, seit 1860.

keit in den Städten in den Fortschritten der Städtehygiene begründet ist.

Die Abnahme der Sterblichkeit seit dem letzten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts ist so erheblich und so stetig, wie dies bisher nie zur Beobachtung gelangte. Da die Mortalitätszahl zwar ein grobes, aber verhältnißmäßig das beweiskräftigste Maaß für den Zustand der Volksgesundheit abgiebt, so haben wir allen Grund, die Thatsache des Sinkens der Sterblichkeit als einen Beweis dafür anzusehen, daß die hygienische Entwickelung des neunzehnten Jahrhunderts erfolgreich gewesen ist.

Im Uebrigen betrifft diese Abnahme der Gesammtsterblichkeit durchaus nicht alle Todesursachen gleichmäßig. Ja, es haben sogar bestimmte Todesursachen an Häufigkeit zugenommen. Dies gilt für die vor Allem krebsartigen Geschwulsten, die progressive Paralyse der Irren und die Selbstmorde. Was die Zunahme am Krebs betrifft, so ist die Deutung nicht ganz leicht. Zum großen Theil kommt sie auf Rechnung der fortgeschrittenen Diagnose, die viele Erkrankungen als krebsartig erkennen läßt, welche früher unter unbestimmterer Diagnose als Organerkrankungen gebucht wurden. Zum Theil wirkt auch der Umstand mit, daß jetzt durch die Abnahme der Sterblichkeit an Infectionskrankheiten in jugendlichen Jahren die mittlere Lebensdauer erhöht ist, und dadurch eine Mehrzahl von Menschen in diejenigen älteren Altersklassen tritt, die vorzugsweise durch den Krebs gefährdet sind. Ob daneben noch eine wirkliche Zunahme der Empfänglichkeit für Krebs besteht, das wird erst später sich bestimmt entscheiden lassen. Die Zunahme der Todesfälle an Hirnparalyse und durch Selbstmord erklärt sich wohl großentheils durch die gesteigerten Anforderungen des Lebenskampfes und die geänderte Vertheilung der Bevölkerung, die sich immer mehr in die Großstädte drängt. U n v e r ä n d e r t geblieben ist die Sterblichkeitsintensität der Masern, des Keuchhustens, ferner der entzündlichen Erkrankungen der Athmungsorgane, schließlich der Ernährungsstörungen der Säuglinge. Für die erstgenannten Kinderkrankheiten besteht eine allgemeine Empfänglichkeit; aber die mittelkräftigen Menschen überwinden sie glatt und nur die jüngsten oder solche Kinder, die erworbene oder ererbte Schwächezustände aufweisen, erliegen ihnen. Diese Krankheiten stehen gewissermaßen im Dienst einer Auslese der schwächsten Bevölkerungselemente. Daß die Sterblichkeit der Säuglinge an Krankheiten der Verdauungsorgane trotz aller hygienischen Fortschritte unverändert geblieben, ist eine sehr bedauernswerthe Thatsache. Tritt man dieser Erscheinung näher, so ergeben sich tiefere sociale Ursachen. Die Erscheinung der abnorm großen Säuglingssterblichkeit trifft nicht das ganze Land und nicht alle Klassen der Bevölkerung, sondern abgesehen von dem Factor der größeren oder geringeren Geburtenzahl mehr den Osten als den Westen Deutschlands, fast ausschließlich die künstlich genährten Säuglinge und unter diesen wieder die Säuglinge der größeren Städte und der ärmerenBevölkerung. Am erheblichsten

ist die Sterblichkeit unter den unehelichen Kindern. Berücksichtigt man noch den Umstand, daß die vermehrte Säuglingssterblichkeit an Verdauungskrankheiten besonders auf Rechnung der heißen Sommermonate kommt, so wird es leichter verständlich, warum an dieser „vermeidbaren“ Todesursache die Fortschritte der Hygiene spurlos vorübergegangen sind. Die Verbesserungen der Milchversorgung durch Einführung des Soxhletapparates und Reformen der Milchversorgung sind für die ärmeren Klassen der Bevölkerung zu zeitraubend und kostspielig, um allgemeinen Eingang zu finden. Die ungünstigen Wohnungsverhältnisse aber befördern die Entstehung jener Todesursache so erheblich, daß die aus den Reformen der künstlichen Ernährung gezogenen Gewinne durch die Nachtheile der Wohnungsnoth übercompensirt werden. Hier ist ein Fortschritt erst von der Besserung der großstädtischen Wohnungsfrage zu erwarten.

Die Verminderung der Gesammtsterblichkeit ist überwiegend durch die Abnahme der folgenden Infectionskrankheiten herbeigeführt worden: Pocken, Unterleibstyphus, Ruhr, Flecktyphus, Rückfallsfieber, Tuberkulose, Wundinfectionskrankheiten, Cholera, Wechselfieber, Hundswuth, Trichinose. Man ist berechtigt, diese Abnahme als die Folge zielbewußter hygienischer Maßnahmen zu deuten. Für eine solche Auffassung kann auch als indirecter Beweis die Umkehr im Verhältniß der Sterblichkeit von Land- und Stadtbevölkerung herangezogen werden.

An dieser Abnahme sind also hauptsächlich diejenigen Krankheiten betheiligt, von denen die bakteriologische Aera erwiesen hat, daß sie ihre Entstehung und Verbreitung parasitären spezifischen Mikroorganismen verdanken. Es wäre aber einseitig, zu folgern, daß lediglich die antibakterielle Methodik, die Vernichtung der Krankheitserreger selbst, der Grund für die Verbesserung sei. Denn das Beispiel der Abnahme des Unterleibstyphus beweist, daß hier Vorsicht für Schlußfolgerungen dringend geboten ist. Diese Krankheit verbreitet sich nur zum kleineren Theil durch directe Ansteckung, und über das Vorkommen und die Zugänglichkeit ihrer Keime in der Außenwelt wissen wir noch wenig. Worin die Abnahme des Untereibstyphus in unseren Städten zu suchen ist, wurde ja früher ausgeführt. Und auch für die Abnahme der Tuberkulosesterblichkeit wirken zwar die größere Reinlichkeit und Vorsicht bei dem Umgehen mit dem Auswurf des Kranken mit, seit man weiß, daß dieser einen Ansteckungsstoff birgt; die Hauptursache ist aber wohl hier in der Einführung der socialen Gesetzgebung zu suchen, welche es dem Kranken ermöglicht, früher als sonst, zu einer Zeit, wo ihm noch zu helfen ist, ärztliche Hilfe und Unterstützung bei dem Aussetzen der Berufsarbeit zu finden.

Es liegt nahe, bei der Abnahme der Sterblichkeit durch infectiöse Krankheiten auch an die Fortschritte der Heilkunde zu denken. Solche Fortschritte sind im letzten Jahrhundert Dank der Thatsache, daß die Ausbildung der Aerzte eine bessere geworden, daß der Charakter der Forschung durch Abwendung von theoretischen Specula-

tionen und Anlehnung an die Methode der modernen Naturwissenschaft sich von Grund auf geändert, daß die Hilfsmittel der Behandlung, vor Allem das Krankenhauswesen, erhebliche Verbesserungen erfahren, unbedingt anzuerkennen. Aber die individuelle Aufgabe des Arztes, namentlich des inneren Arztes, schließt nur zum kleineren Theil die lebensbedrohenden Krankheiten ein. Gerade bei diesen Krankheiten aber, und namentlich, wenn sie in der Form der Seuchen auftreten, ist die Gefahr für viele Erkrankte eine so erhebliche, daß sich die Grenzen ärztlicher Kunst, wie zu allen Zeiten, so auch heute, überschreitet, zumal da die Seuchen vielfach ihre Opfer gerade unter den schon anderweit Geschwächten finden. Daher gilt auch heute noch das Wort von Quetelet, daß die Heilkunst nur einen beschränkten Einfluß auf die Zahl der Todesfälle ausübt, ein Satz, den man auch dahin ausdrücken kann, daß der Einfluß des internen Arztes auf die Schwankungen der Sterblichkeit innerhalb der statistischen Fehlergrenzen liegt. Kein Einsichtiger darf in dieser Feststellung eine Herabsetzung des unentbehrlichen, opferfreudigen und an Mühen so reichen Wirkens der Aerzte sehen. Aber es scheint, daß die Abnahme der Todesfälle an den genannten Krankheiten nur zum kleineren Theil auf Rechnung besserer Behandlungsmethoden der Erkrankten kommt, vielmehr fast ausschließlich durch die geringere Zahl der Erkrankungen selbst bedingt ist. Die Todesfälle haben abgenommen, weil in demselben Maße die Zahl der Erkrankungen herabgegangen ist. Es erklärt sich daher leicht, daß die Hygiene, die in dieses Jahrhunderts zweiter Hälfte aus der Heilwissenschaft ihren Ursprung nahm, sich an dessen Schlusse zu ihrem angesehensten, volksthümlichsten und erfolgreichsten Zweige entwickelt hat.

Eheschliessungen, Geburten und Sterbefälle im Gebiete des Deutschen Reiches für die Jahre 1841 bis 1895.

Auf 1000 Einwohner kommen durchschnittlich jährlich:

Jahr	Eheschließungen	Geborene	Gestorbene	Mehr Geborene als Gestorbene	Verluste durch Wanderung
1841/50	8,1	37,6	28,2	9,4	1,7
51/60	7,8	36,8	27,8	9,0	2,5
61/70	8,5	38,8	28,4	10,3	2,2
71/80	8,6	40,7	28,8	11,9	1,8
81/90	7,8	38,2	26,5	11,7	2,8
91/95	8,0	37,5	24,5	13,0	—

Von 1000 Lebenden starben in Preussen:

	In Städten	Auf dem Lande		In Städten	Auf dem Lande
1849—55	31,5	29,8	76—80	28,9	26,3
56—61	28,9	27,8	81—85	27,8	26,5
62—70	30,8	27,8	86—90	25,7	25,4
71—75	31,4	28,3	91—95	24,1	24,3

Sterblichkeit an Unterleibstyphus in Deutschland
in Städten über 15 000 Einwohner.

	Absolute Zahl der Todesfälle	Auf 100 000		Absolute Zahl der Todesfälle	Auf 100 000
1877	3325	45,8	1887	2358	23,5
1878	3566	47,9	1888	2461	23,9
1879	3104	40,8	1889	2429	22,6
1880	3420	43,3	1890	1860	16,1
1881	3216	40,4	1891	2000	16,6
1882	2885	33,6	1892	1975	15,9
1883	3100	35,2	1893	1772	13,9
1884	2726	30,5	1894	1415	10,8
1885	2331	24,1	1895	1412	10,5
1886	2589	26,4	1896	1396	9,9

Sterblichkeit an Diphtherie in Deutschland
in den Städten über 15 000 Einwohner.

	Absolute Zahl der Todesfälle	Auf 100 000		Absolute Zahl der Todesfälle	Auf 100 000
1877	7 523	104	1888	9 934	96
1878	7 906	106	1889	11 716	109
1879	7 159	94	1890	11 572	100
1880	7 349	93	1891	10 169	85
1881	8 120	102	1892	11 996	97
1882	10 178	119	1893	15 860	124
1883	10 632	127	1894	13 411	102
1884	11 213	126	1895	7 266	54
1885	11 348	123	1896	6 262	43
1886	12 208	124	1897	5 208	35
1887	10 808	108			

Sterblichkeit an Lungenschwindsucht
auf je 10 000 Lebende der preußischen Bevölkerung.

1875	31,9	1880	31,1	1885	30,8	1890	28,1
1876	30,9	1881	30,9	1886	31,1	1891	26,7
1877	32,0	1882	30,9	1887	29,3	1892	25,0
1878	32,5	1883	31,7	1888	28,9	1893	25,0
1879	32,5	1884	31,0	1889	28,0	1894	23,9

Das Deutsche Jahrhundert
Abtheilung X.

Geschichte der Physik

im

neunzehnten Jahrhundert

von

Dr. E. Wunschmann.

Berlin 1901.
Verlag von F. Schneider & Co.
H. Klinsmann.

Einleitung.

Als im Jahre 1828 die 6 Jahre vorher zu Leipzig ins Leben gerufene Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zum ersten Male in Berlin tagte, da war es kein Geringerer als der Altmeister deutscher Naturforschung, Alexander von Humboldt, welcher sie eröffnete und sich in seiner Begrüßungsrede an die Versammelten über den Zweck der Gesellschaft folgendermaßen ausließ: „Der Hauptzweck dieser Vereinigung ist die persönliche Annäherung derer, welche dasselbe Feld der Wissenschaft bearbeiten, die mündliche und darum mehr anregende Auswechslung von Ideen, sie mögen sich als Thatsachen, Meinungen oder Zweifel darstellen, die Gründung freundschaftlicher Verhältnisse, welche den Wissenschaften Licht, dem Leben heitere Anmuth, den Sitten Duldsamkeit und Milde gewähren." Und als nach 58 Jahren wiederum in derselben Stadt, am 18. September 1886, die 59. Versammlung gleicher Art eröffnet wurde, da konnte ebenfalls der Berufensten einer aus dem Kreise deutscher Naturforscher, der um Theorie und Praxis gleich verdiente Werner v. Siemens auftreten und im Rückblick auf die erstaunlichen Fortschritte, welche seit jener ersten Berliner Tagung die wissenschaftliche Naturforschung gemacht hatte und in Hervorhebung der großartigen Erfolge, die sie errungen, das stolze Wort vom „naturwissenschaftlichen Zeitalter" aussprechen, als welches er das neunzehnte Jahrhundert bezeichnete. In geistvoller Weise führte Siemens aus, wie das, was Alexander v. Humboldt als Hauptzweck der Naturforscherversammlungen bezeichnet hatte, glänzend in Erfüllung gegangen, wie der persönliche Verkehr der führenden Geister befruchtend auf die Entwicklung der Wissenschaft von der Natur gewirkt und immer helleres Licht über so manche Räthsel in der Erscheinungswelt verbreitet habe. Gleichzeitig aber hob der Redner hervor, daß noch ein zweiter Umstand den raschen Aufschwung der Naturwissenschaften mitbedingt habe: das Heraustreten der Wissen-

schaft in das öffentliche Leben, ihre Verbrüderung mit der Technik, die Durchdringung der reinen Empirie mit dem Geiste moderner Naturforschung. Dadurch, daß in Folge eines mehr und mehr vervollkommneten Unterrichtssystems die naturwissenschaftliche Methode in immer weitere Kreise dringt, konnten die Errungenschaften der Wissenschaft dem breiten Strome der Technik und dem Volksleben überhaupt in allen seinen Thätigkeitsformen zugeführt werden. So haben Theorie und Praxis im gegenseitig sich ergänzenden Bunde dazu beigetragen, unserer Zeit ihr Gepräge zu geben.

Naturgemäß ist heute bei dem stetigen Anschwellen der Summe neuer Einzelwahrnehmungen, bei den sich häufenden Entdeckungen neuer Thatsachen auf allen naturwissenschaftlichen Gebieten, die Konzentration des einzelnen Forschers auf ein beschränktes Spezialgebiet nothwendig, ganz anders, wie noch vor 50 Jahren. Ein Alexander von Humboldt, der in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts die damaligen naturwissenschaftlichen Kenntnisse bis in ihre Spezialitäten hinein zu überschauen und in einen großen Zusammenhang zu bringen vermochte, dürfte heute nicht mehr möglich sein. Der Zoologe, der Botaniker und Mediziner, der Geologe, Physiker und Chemiker, sie dürfen sich begnügen, wenn sie auf ihren besonderen Gebieten die Ueberschau nicht verlieren. Um so wichtiger aber für Erkenntniß der Wahrheit, das Ziel aller Wissenschaft, um so beweiskräftiger für richtige Deutung des Gesetzmäßigen in der Natur muß es erscheinen, wenn es gelingt, dasjenige, was durch die Detailarbeit von vielen Hunderten zu Tage gefördert ist, durch ein gemeinsames Band, durch ein umfassendes Gesetz zu vereinigen. Und dies ist wenigstens für den größten Theil der Physik gelungen. Darin liegt der großartige Fortschritt, welchen diese Wissenschaft dem verflossenen Jahrhundert verdankt.

Nach zwei Seiten hin darf man heute von einem Erfolge sprechen. Erstlich ist die moderne Physik dahin gelangt, für die in ihr Gebiet fallenden Erscheinungen alle Veränderungen in der Körperwelt auf eine gemeinsame Ursache, auf die Bewegung des Stoffes, oder der Atome durch in ihnen wirkende Zentralkräfte zurückzuführen. Wie man den Schall wegen seiner gewissermaßen handgreiflichen Bewegungsform schon lange auf Körperschwingungen zurückzuführen vermochte, so weiß man heute, daß auch diejenigen Sinneseindrücke, die wir Wärme und Licht nennen und ebenso mit nahezu absoluter Gewißheit, daß das, was Elektrizität heißt, nur durch verschiedene Formen von Bewegung schwingender Stofftheilchen, durch Molekularbewegung der Materie entstehen. Aber noch eine zweite allgemeine wissenschaftliche Erkenntniß ist für alle Zweige der Physik durch die stille Geistesarbeit verschiedener Forscher im letzten Jahrhundert aufgedeckt worden. Wie die Chemie die Unzerstörbarkeit der Materie bewiesen hat, so hat die Physik die Unveränderlichkeit des Kraftvorraths, mit dem die Materie begabt ist, nachgewiesen. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, von Helmholtz in seine Form

gekleidet, lehrt, daß die Kraftsumme des Weltalls eine konstante ist, daß es zwar möglich ist, eine gegebene Kraft in eine andere Energieform zu verwandeln, Wärme in mechanische Bewegung, in chemische Kraft, in Elektrizität und umgekehrt überzuführen, daß es aber niemals gelingt, der vorhandenen Energiemenge etwas fortzunehmen oder zuzufügen oder Kraft auch nicht zu erzeugen. Diese beiden Wahrheiten, nämlich, (um es kurz zu wiederholen: Ursache jeder Veränderung der Körperwelt ist Mechanik der Atome und zweitens, die Summe der vorhandenen Kräfte ist unveränderlich) sie sind die Fundamentalsätze der modernen Physik geworden, wie sie das verflossene Jahrhundert herausgebildet hat. Zu zeigen inwieweit dies für die einzelnen Gebiete jener Wissenschaft zutrifft und wie sich aus der Erkenntniß jener Wahrheiten die großen Fortschritte der Physik entwickelt haben, ist Aufgabe der nächstfolgenden Kapitel.

Mechanik.

Von dem in der Einleitung bezeichneten Standpunkte aus, alle Naturerscheinungen als Bewegungsvorgänge aufzufassen, läßt sich die Physik zweckmäßig in zwei Hauptabschnitte gliedern: in die Lehre von der Bewegung sichtbarer Körpertheile, oder in Mechanik, und in die Lehre von der Bewegung unsichtbarer Körpertheilchen, oder in Physik im engeren Sinne.

Schon dem Alterthum waren wesentliche Sätze der Mechanik bekannt. Als ihr Begründer darf Archimedes aus Syrakus (287 bis 212) gelten, der bereits die Grundlehren der Statik und Hydrostatik aufgestellt, das Hebelgesetz und die Lehre vom Schwerpunkt gefunden, den Begriff des spezifischen Gewichtes bestimmt und die von ihm aufgedeckten Wahrheiten durch Erfindung des Flaschenzuges, der Schraube ohne Ende, der Wasserschraube und des Aräometers auch praktisch bereits zur Anwendung gebracht hat. Ktesibios (150 v. Chr.) und sein begabter Schüler Hero erfanden die Druckpumpe, die Wasseruhr und den als Heronsbrunnen bekannten Luftdruckapparat. Indessen wurzelten die theoretischen Anschauungen der Alten nur in philosophischen Spekulationen, ihre mechanischen Kenntnisse bestanden in zusammenhangslosen Einzelheiten. Der erste, welcher es unternahm, die durch Erfahrung gewonnenen Thatsachen unter ein umfassendes Gesetz zu bringen, war Galilei (1564—1642), welcher mit dem Gesetze der Trägheit und mit den Fallgesetzen die ersten Grundbegriffe der heutigen theoretischen Mechanik festlegte. Newton (1642 bis 1726) dehnte den von Galilei präzisirten Begriff der irdischen Schwere anfangs vorsichtig und zögernd auf den Mond, dann kühner auf alle Planeten aus. Heute wissen wir, daß dieselben Gesetze der jeder wägbaren Masse anhaftenden Trägheit und Gravitation ihre Anwendung finden bis in die Bahnen der entferntesten Doppelsterne hinein, von welchen das Licht noch zu uns gelangt. Im letzten Jahrhundert nun

hat unter der strengen Beweisführung von Mathematikern wie Gauß, Dirichlet, Jacobi, Bessel, Weber, Carnot u. a., die Mechanik nach der formalen Seite hin sich in einer Weise entwickelt, daß ihr System jetzt streng aufgebaut erscheint und daß, wie in der Astronomie, so auch in der reinen Mechanik auf Grund mathematischer Formeln alle unmittelbar beobachteten mechanischen Veränderungen sich auf Bewegungskräfte bestimmter Art zurückführen lassen. Am umfassendsten aber ist diese Thatsache in dem Gesetze zu erkennen, das, wie schon in der Einleitung hervorgehoben, die Grundlage unserer heutigen physikalischen Anschauungen bildet: in dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft.

Für einen beschränkten Kreis von Naturerscheinungen war dasselbe schon von Newton und von Daniel Bernouilli (1700—1782) ausgesprochen worden; in wesentlichen Zügen erweitert und auf die Wärmelehre ausgedehnt wurde es von Rumford und Humphrey Davy. Die Möglichkeit seiner allgemeinsten Giltigkeit sprach zuerst ein schwäbischer Arzt, Dr. Julius Robert Mayer aus Heilbronn im Jahre 1842 aus; („Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur" in Liebigs Annalen XLII; weiter ausgeführt in: „Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel". Heilbronn 1845 und „Beiträge zur Dynamik des Himmels". Ebenda 1848.) während wenig später der Däne Ludwig Colding eine Abhandlung über dasselbe Gesetz der Kopenhagener Akademie überreichte, und fast um dieselbe Zeit und unabhängig von seinen Vorgängern der englische Techniker James Prescott Joule in Manchester eine Reihe wichtiger Versuche über das Verhältniß der Wärme zur mechanischen Kraft durchführte. Am tiefsten durchgebildet und mathematisch begründet wurde das Gesetz von Hermann v. Helm-

Mayer, Julius Robert von, geb. 25. 11. 1814 zu Heilbronn, studirte in Tübingen Medizin und bildete sich in München und Paris praktisch weiter. 1840 reiste er als Schiffsarzt nach Ostindien und studirte von Mai bis September auf Java den Einfluß des Klimas auf den Organismus. 1841 wurde er, in die Heimath zurückgekehrt, Oberamtswundarzt in Heilbronn; 1876 geadelt; starb 20. 3. 1878 zu Heilbronn. — Werke: Die organische Bewegung in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel 1845; Beiträge zur Dynamik des Himmels 1848; Mechanik der Wärme 1867. 1893. — Literatur: Dühring, Rob. M., der Galilei des 19. Jahrh.; Briefe an W. Griesinger, hg. von Preyer; Weyrauch, Rob. M.

Colding, Ludw. Aug., geb. 13. 7. 1815 in Arnakka bei Holbäk in Dänemark, erst Schreiner, studirte 1837 auf der Polytechn. Schule in Kopenhagen; wurde 1845 Straßenbau-, 1847 Wasserbauinspektor und 1858 Ingenieur der Stadt Kopenhagen, 1865 Prof. am Polytechnikum. — Werke: Abhandl. über die mechan. Wärmetheorie in den „Berichten der Gesellsch. der Wiss. zu Kopenhagen"; Die tropischen Cyklonen 1871; Die Bewegungen der unterirdischen Wässer 1872. Die Stürme und Verheerungen des Meeres im Jahre 1872; 1881.

holtz, der ihm auch den bezeichneten Namen gab und seine Arbeit ebenfalls ohne Kenntniß der vorausgegangenen Schriften Mayers und Coldings verfaßte. („Ueber die Erhaltung der Kraft". 1847. Populär-wissenschaftliche Vorträge. 2. Heft. 1871.) Es erscheint geboten, auf Grund seiner Ausführungen bei der Erklärung dieses Gesetzes etwas länger zu verweilen. Das Gesetz, von dem die Rede ist, besagt, daß die Quantität der in dem Naturganzen vorhandenen wirkungsfähigen Kraft unveränderlich ist, weder vermehrt, noch vermindert werden kann.

Die theoretische Mechanik definirt den Begriff der Kraft als die Ursache der Veränderung im Bewegungszustande eines Körpers. Im technischen Sinne kann man Kraft als Arbeitsleistung auffassen und die Quantität der Kraft der Größe der geleisteten Arbeit gleichsetzen. Wie man im gewöhnlichen Leben die Arbeitsgröße mißt an dem Aufwande von Kraft, der zur Leistung der Arbeit erforderlich ist — ein kräftiger Arbeiter leistet mechanisch mehr als ein schwächlicher — so auch in der Mechanik. Einige Beispiele mögen diese Thatsache erläutern.

Man stelle sich eine Wassermühle vor, die einen Eisenhammer treibt: Eine auf die Kästen des Wasserrades herabstürzende Wassermasse setzt dieses und damit seine Axe in Bewegung. Während letztere nun durch kleine Vorsprünge, Daumen, bei ihrer Umdrehung die Stiele der schweren Hämmer erfaßt, um sie zu heben und dann wieder fallen zu lassen, bearbeitet der fallende Hammer die ihm untergeschobene Metallmasse. Die Arbeit, welche die Maschine verrichtet, besteht also zunächst in dem Heben des Hammers, dessen Gewicht sie überwinden muß; ihr Kraftaufwand ist letzterem proportional. Aber die Leistung des Hammers hängt auch ab von der Höhe, aus der er herabfällt. Fällt er 2 m herab, so ist seine Wirkung größer, als wenn er nur 1 m fiele. Man mißt daher den Arbeitsaufwand durch das Produkt des gehobenen Gewichtes mit dem Fallraum. Als Einheit dient das Kilogrammmeter, d. h. diejenige Kraft, die 1 kg 1 m hoch zu heben vermag. Wie verhält sich nun der geleisteten Arbeit gegenüber die

Helmholtz, Herm. Ludw. Ferd. von, geb. 31. 8. 1821 zu Potsdam, studirte seit 1838 zu Berlin Medizin, 1842 Assistenzarzt an der Charité, dann Militärarzt in Potsdam; 1848 Lehrer der Anatomie an der Kunstakademie u. Assistent am Anatomischen Museum in Berlin, 1849 Prof. der Physiologie in Königsberg, 1855 Prof. in Bonn, 1858 in Heidelberg. 1871 Prof. d. Physik in Berlin, 1888 Präsident der Physikalisch-technischen Reichsanstalt in Charlottenburg; starb ebendaselbst am 8. 9. 1894. — Werke: Ueber die Erhaltung der Kraft 1847; Ueber die Wechselwirkungen der Naturkräfte 1854; Handbuch der physiol. Optik 1856—66. 1886; Lehre von den Tonempfindungen 1862. 1877; Vorträge und Reden 1884. Wissenschaftliche Abhandlungen 1882—83. — Literatur: v. Bezold, H. v. Helmholtz, Gedächtnißrede 1895; Epstein, H. als Mensch und Gelehrter 1896.

Triebkraft, in diesem Falle die Masse des fallenden Wassers? Erfahrung und Theorie haben übereinstimmend gelehrt, daß, wenn ein Hammer von 50 kg Gewicht um 1 m gehoben werden soll, dazu mindestens 50 kg Wasser um 1 m, oder, was dem äquivalent ist, 100 kg um ½ m, 150 kg um ⅓ m u. s. w. fallen müssen. In jedem Fall ist der Arbeitsaufwand 50 Kilogrammmeter. Man nennt die Bewegung einer Masse, insofern sie Arbeitskraft vertritt, ihre lebendige Kraft. In dem angegebenen Beispiel ist also die lebendige Kraft des fallenden Wassers in die genau gleich große lebendige Kraft des Hammers verwandelt worden; keineswegs aber ist durch die Maschine eine neue Kraft erzeugt worden — wie denn Maschinen überhaupt nicht Kräfte erzeugen, sondern nur bereits vorhandene anderweitig übertragen können. — Das Beispiel lehrt aber noch mehr: Sobald das Wassergewicht, welches das Rad treibt, beim Fallen unten angekommen ist, hat es seine Fähigkeit, das Rad zu bewegen, verloren; es könnte von Neuem nur dann Arbeit leisten, wenn es noch einmal von einer Höhe herabstürzend, ein zweites, tiefer gelegenes Rad träfe und so fort, bis es, an der tiefsten Stelle seines Laufes, im Meere angekommen, den letzten Rest seiner Arbeitskraft, den es der Schwere, d. h. der Anziehung durch die Erde verdankt, erschöpft hat. Mit anderen Worten: *In dem Maße, in welchem eine Kraft Arbeit leistet, verschwindet ihre Arbeitsfähigkeit.* Letztere könnte sie nur dann wieder erlangen, wenn eine genau ebenso große Kraft benutzt würde, um sie auf ihren vorigen Stand zurückzuführen. Denkt man sich beispielsweise, der Eisenhammer fiele auf einen höchst elastischen Stahlbalken, der stark genug wäre, um ihm zu widerstehen. Der Hammer würde dann zurückspringen und zwar im günstigsten Falle so hoch, als er herabgefallen ist, aber niemals höher. Seine Masse würde dann in dem Augenblick, wo sie ihren höchsten Punkt erreicht hat, wieder dieselbe Menge gehobener Kilogrammmeter darstellen, wie vorher, niemals aber eine größere, d. h. also, lebendige Kraft kann eine ebensogroße Menge Arbeit wieder erzeugen, wie die, aus der sie entstanden ist; sie ist dieser Arbeitsgröße äquivalent. Eine andere Möglichkeit, die dem ruhenden Wasser verloren gegangene Fähigkeit, Arbeit zu leisten, ihm wieder zu geben, liefern die meteorologischen Prozesse. Die Strahlen der Sonne heben das Wasser des Meeres in Gasform in die Höhe, von wo es, abgekühlt und zu Wasser verdichtet, wieder als Regen zur Erde fällt. Die nun zu Quellen und Bächen vereinigte Wassermasse hat, bevor sie herabfällt, ihre Arbeitsfähigkeit wieder gewonnen und zwar auf Kosten der Wärmemenge, welche sie gehoben hat. Auch in diesem Falle ist die verbrauchte Wärme der lebendigen Kraft des Wassers äquivalent. Gerade in Bezug auf die Aequivalenz von Wärme und Arbeit hat das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, wie Mayer und vor allem Joule durch zahlreiche exakte Versuche gezeigt haben, seine Allgemeingültigkeit bewiesen. Es steht mit der mechanischen Wärmetheorie, um deren Ausbildung neben den genannten beiden Forschern

auch noch Kroenig, Clausius und Maxwell sich verdient gemacht haben, in engster Beziehung und es möge daher, dem Kapitel über die Wärme vorgreifend, schon an dieser Stelle der Zusammenhang zwischen Wärme und Arbeit etwas ausführlicher besprochen werden.

Durch Reibung und Stoß unelastischer Körper wird Wärme erzeugt, d. h. es geht die Bewegung der Masse als solche, molare Bewegung, in die der kleinsten Körpertheilchen, in molekulare Bewegung über. Das bekannte Beispiel des Reibens der Hände behufs Wärmeerzeugung bestätigt das Gesagte. Geht demnach lebendige Kraft verloren, so verwandelt sie sich und zwar nach dem Gesetze der Aequivalenz, in Wärme. Joule maß nach Kilogrammen die Menge Arbeit, welche beim Reiben von Wasser und Quecksilber an den Gefäßwänden aufgebraucht wird und gleichzeitig die hierbei entstandene Wärmemenge und fand, daß, um 1 kg Wasser um 1 ° C. zu erwärmen eine mechanische Arbeit von rund 424 Kilogrammmetern erforderlich sei. Man nennt letztere Zahl das **mechanische Wärmeäquivalent**. Es mögen zur besseren Veranschaulichung der Verhältnisse wieder einige Beispiele dienen. Ein naheliegendes Beispiel von Umwandlung von Wärme in Arbeit bietet die Lokomotive. Damit ein Eisenbahnzug in Bewegung gesetzt, also mechanische Arbeit geleistet werde, wird die Spannung des erwärmten Dampfes benutzt. Die dem Dampfkessel zugeführte Wärme resultirt aus dem Brennstoff, mit welchem geheizt wird. Unsere Steinkohlen schließen in enormer Menge noch verbrauchsfähige Wärme in sich. Aber die Lokomotive läuft nicht ewig. Sie würde es thun, wenn nicht in jedem Moment der Reibungswiderstand der Schienen die Bewegung der Räder hemmen und schließlich ganz aufheben würde. In dem Maße nun, in welchem die mechanische Arbeit durch die Reibung verloren geht, erscheint die ihr äquivalente Wärmemenge als Reibungswärme an den Schienen wieder. Sie würde, gemessen, genau der Wärmemenge entsprechen, welche durch Verbrennung des mitgeführten Gewichtes an Steinkohlen entsteht. Jede Verbrennung ist ein chemischer Prozeß, die Verbindung eines Elementes mit Sauerstoff. Im angezogenen Beispiel ist es der Kohlenstoff, der sich, unter dem Einfluß seiner chemischen Anziehungskraft mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbindet. Der Arbeitsleistung der Lokomotive liegt daher ein chemischer Prozeß zu Grunde. Es ist chemische Kraft oder Energie, welche zunächst in Wärme, dann in mechanische Arbeit und wieder zurück in Wärme verwandelt wird. Ganz ähnlich verhält es sich bei der Arbeitsleistung, welche menschliche oder thierische Muskelkraft ausübt. Eine Gewichtsuhr steht still, sobald das Gewicht auf seinen tiefsten Stand gesunken ist; es ist dann arbeitsunfähig geworden. Wird es nun durch den menschlichen Arm gehoben, so erlangt es, indem es fällt, die Fähigkeit wieder, das Radgetriebe der Uhr in Bewegung zu setzen. Die beim Aufziehen der Uhr verbrauchte Muskelkraft ist auch in diesem Falle eine der lebendigen Kraft des Gewichtes äquivalente Größe. Sie ist, ein Produkt des Stoffwechsels, die Folge

eines chemischen Prozesses. So tritt also in der chemischen Verwandtschaftskraft eine neue Kraftquelle von hervorragender Wichtigkeit in den Vordergrund. Man kann sich vorstellen, um bei dem Bilde der Entstehung von Kohlensäure stehen zu bleiben, daß bei der Verbrennung des Kohlenstoffs die sich gegenseitig anziehenden Sauerstoff- und Kohlenstoffatome auf einander losstürzen, wodurch die neugebildeten Theilchen der Kohlensäure in heftigste Molekularbewegung, mit anderen Worten in Wärmebewegung gerathen. In der That hat der Versuch gelehrt, daß ½ kg Kohle, zu Kohlensäure verbrannt, soviel Wärme erzeugt, als nöthig ist, um 40 kg Wasser vom Gefrierpunkt bis zum Sieden zu erhitzen.

Während die Wärme demnach in der Lokomotive mechanische Arbeit leistet, verwandelt sie sich im menschlichen Körper in Muskelkraft durch den Prozeß der Ernährung und noch weiter, ermöglicht sie das Wachsthum der Pflanze durch den in der Pflanzenzelle thätigen chemischen Prozeß der Assimilation. Wie kommt es nun denn, so könnte man fragen, daß die in der Erde ruhenden Steinkohlenlager als Kraftvorräthe dienen, aus denen chemische Prozesse die Kraft in Wärmeform gewinnen lassen? Die Antwort ist einfach: Die Wälder, aus denen die Steinkohlen entstanden, sie konnten die gewaltige Menge ihres Holzmateriales nur durch die in den winzigen Pflanzenzellen sich vollziehenden Wachsthumsvorgänge bilden, d. h. durch chemische Prozesse oder molekulare Bewegungserscheinungen, welche ihren Anstoß wiederum durch andere Bewegungsformen erhielten. Diese anderen Formen aber, sie können nichts anders sein, als Formen der Wärmebewegung, welche in Gestalt von Sonnenstrahlen die Stämme der Steinkohlenwälder traf, als sie noch frisch und wachsthumskräftig dem Lichte entgegenwuchsen. In letzter Instanz, so sieht man, ist also ebenso die lebendige Kraft einer fallenden Wassermasse, wie die Arbeitsleistung des menschlichen Muskels und die treibende Kraft unserer Dampfmaschinen auf Sonnenwärme zurückzuführen. Die Sonne ist es, die für alle Kraftäußerungen wenigstens innerhalb unseres Planetensystemes, das große Reservoir darstellt, aus dem Leben und Bewegung stammt.

Wenn Kohle verbrannt ist und an ihre und des verbrauchten Sauerstoffs Stelle das gasförmige Verbrennungsprodukt, die Kohlensäure getreten ist, so ist diese unmittelbar nach der Verbrennung glühend heiß und dadurch noch aktionsfähig. Sobald sie indessen ihre Wärme an die Umgebung abgegeben hat, besitzt sie noch die ganze Menge der verbundenen Kohlenstoff- und Sauerstoffatome — denn die Materie ist unzerstörbar —, ja es besteht auch noch zwischen ihnen, genau wie vorher, die gleiche Verwandtschaftskraft, aber diese letztere besitzt jetzt nur noch das Vermögen, die Kohlenstoff- und Sauerstoffatome fest aneinander zu ketten; Arbeit oder Wärme dagegen kann sie nicht mehr hervorbringen. Ebensowenig, wie ein gesunkenes Gewicht Arbeit zu leisten vermag, es müßte denn durch eine neue Kraft wieder emporgehoben werden. Da läßt sich denn die Frage nicht abweisen, giebt

es solche neue Kraft nicht auch für die gebundene Kohlensäure? Lassen sich ihre Bestandtheile nicht wieder auseinanderreißen, um ihnen ihre frühere Leistungsfähigkeit wiederzugeben? Allerdings ist dies möglich. Es vollzieht sich diese Trennung bei dem schon erwähnten Assimilationsprozeß im Innern der Pflanzenzelle, sie läßt sich erreichen, wenn auch umständlich, durch anorganische chemische Prozesse, sie ist endlich möglich durch die Wirkung der Elektrizität. Mit ihr tritt eine neue Kraftform in den Reigen der übrigen, hier behandelten Naturkräfte ein und auch sie unterliegt dem allgemeinen Gesetze der Aequivalenz.

Es genüge an dieser Stelle, auf diese Eigenschaft der elektrischen Kraft nur hinzuweisen. Ihre besonderen Wirkungsformen werden in dem Schlußkapitel des physikalischen Abschnittes ausführlich behandelt werden. Es erübrigt daher nur noch, in einem kurzen Resumé die Bedeutung des so überaus wichtigen Naturgesetzes von der Erhaltung der Kraft zusammenzufassen.

Ein gehobenes Gewicht kann Arbeit leisten; um dies zu thun, muß es fallen und hat, auf den tiefsten Stand gesunken, zwar nicht seine Schwere, aber sein Arbeitsvermögen verloren. Wärme kann Arbeit leisten, doch sie wird dabei als solche vernichtet; chemische Kräfte können Arbeit erzeugen, aber sie erschöpfen sich dabei; elektrische Ströme sind arbeitsfähig, aber sie verbrauchen zu ihrer Unterhaltung chemische oder mechanische Kräfte oder Wärme. Kurz: *Es ist ein allgemeiner Charakter aller bekannten Naturkräfte, daß ihre Arbeitsfähigkeit erschöpft wird, in dem Maße, als sie Arbeit wirklich hervorbringen.* Gleichzeitig aber lehrt das Gesetz die zweite Wahrheit, daß: *wenn die Leistungsfähigkeit der einen Naturkraft vernichtet wird, dann immer eine andere neue Wirksamkeit erhält.* Es ergiebt sich daher der Schlußsatz:

Die Summe der wirkungsfähigen Kraftmengen bleibt im Naturganzen ewig dieselbe. Alle Veränderungen in der Natur bestehen im Wechsel der Arbeitsformen. Das Weltall besitzt ein für alle Mal einen unveränderlichen Schatz von Arbeitskraft, der alle in ihm vorgehenden Veränderungen unterhält.

Angesichts des großartigen Fortschrittes, welchen die Erkenntniß des eben entwickelten Gesetzes von der Erhaltung der Kraft für die Entwicklung der theoretischen Mechanik im neunzehnten Jahrhundert bedeutet, erscheinen sonstige Erfolge auf dem bezeichneten physikalischen Gebiete während der letzten 100 Jahre geringfügig. Indessen sind doch auch verschiedene Thatsachen geklärt, ältere Theorien befestigt, neue aufgestellt worden und im Zusammenhange damit Versuche angestellt worden, welche in der Geschichte der Mechanik eine gewisse Berühmtheit erlangt haben. Dahin gehört zunächst der

interessante Foucaultsche Pendelversuch behufs Nachweises der Axendrehung der Erde. Foucault hängte im Jahre 1851 zuerst im Pariser Observatorium, später im Pantheon ein 62 m langes Pendel auf, welches er vor den Augen einer zahlreichen Zuhörerschaft schwingen ließ. Da es feststeht, daß die Schwingungsebene eines Pendels, auf welches andere Kräfte als die Schwere nicht einwirken, unverändert dieselbe bleibt, die Schwingung also immer nach derselben Richtung erfolgen muß, so erregte es naturgemäß bei dem Foucault'schen Versuch gewisses Staunen, als, im Widerspruch mit dem mechanischen Gesetz, die schwingende Ebene des Pendels eine allmähliche Drehung um die Beschauer ausführte. Der Grund dieser auffälligen Erscheinung konnte nur auf Täuschung des Beobachters beruhen. Aehnliche Täuschungen erleben wir ja auch sonst wohl bei der Beurtheilung der gegenseitigen Lage zwischen ruhenden und bewegten Körpern, wie denn beispielsweise ein fahrender Eisenbahnzug, von einem stillstehenden aus beobachtet, still zu stehen, der andere aber zu fahren scheint u. a. m. Nicht die Pendelebene also dreht sich um den Beobachter herum, sondern vielmehr dieser und zwar in entgegengesetzter Richtung um das Pendel. Daraus folgt, daß auch der Standpunkt des Beobachters, d. h. die Erde eben diese Drehung vollziehen muß.

Einen anderen, ebenfalls zur Bestätigung einer älteren Anschauung dienenden, recht interessanten Versuch aus dem Gebiete der Hydromechanik führte 1843 Plateau aus. In eine Mischung von Weingeist und Wasser, so hergestellt, daß sie dasselbe spezifische Gewicht wie Oel besitzt, brachte er vermittelst einer Pipette eine kleine Menge des Letzteren. Wegen des gleichen Gewichtes der Flüssigkeiten nimmt das Oel Kugelform an. Plateau ließ nun um eine durch den Oeltropfen hindurchgesteckte Axe den Apparat rotiren und zeigte wie alsbald die Kugel an den Polen sich abplattete, Ringform annahm und schließlich sich in kleinere, um die Restkugel kreisende Kügelchen auflöste, im Kleinen also eine Demonstration der Kant-Laplaceschen Weltbildungstheorie.

Auf dem Gebiete der Aeromechanik lieferten die Versuche von Arago und Dulong vom Jahre 1820 und von Regnault 1845 für die Theorie wichtige Ergebnisse über den Zustand der Gase; und die 1877

Foucault, Jean Bernard Léon, geb. 18. 9. 1819 zu Paris, studirte anfänglich Medizin, später beschäftigte er sich mit physikalischen Studien. 1855 Physiker des Pariser Observatoriums, 1865 Mitglied der Pariser Akademie; starb 11. 2. 1868 in Paris. — Werke: Schriften im „Journal des Débats" in d. „Bibliothèque d'instruction populaire" u. den „Comptes rendus" der Akad. d. Wiss. — Literatur: C. Lissajous, Notice historique sur la vie et les travaux de L. F. 1875; Gariel u. Bertrand, Recueil des travaux scientifiques de Léon F. 1878.

Plateau, Jos. Ant. Ferd., geb. 14. 10. 1801 zu Brüssel, studirte in Lüttich, 1835 Prof. d. Physik u. Astronomie in Gent. Starb ebendaselbst am 15. 9. 1883.

durch Raoul Pictet in Genf und Cailletet in Paris erfolgte Verflüssigung von Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff durch Druck und Abkühlung, womit der Begriff der sogenannten permanenten, d. h. nicht kompressibeln, Gase aus der Physik verschwand, hat in der Folgezeit auch ganz erhebliche praktische Bedeutung gewonnen.

In den letzten Jahren des Jahrhunderts ist dem Grenzgebiete zwischen Physik und Chemie von verschiedenen Forschern erhöhtere Beachtung geschenkt worden. Besonders interessant erscheint hierbei die von vant' Hoff, Arrhenius, Ostwald, Nernst u. A. in Angriff genommene Theorie der Lösungen, die auf der Anschauung beruht, daß in höchst verdünnten Lösungen die Stoffe einen gasähnlichen Zustand annehmen, und die aller Wahrscheinlichkeit nach noch recht interessante Aufschlüsse über die inneren Molekularverhältnisse der Körper bringen wird; eine Aufgabe, die aber erst das neue Jahrhundert vollends zu lösen haben wird.

Eine vollständige Umwälzung hat, bedingt durch die Fortschritte der theoretischen Mechanik, die Maschinenfabrik im Laufe des Jahrhunderts erfahren. Eine Reihe von bis dahin unbekannten Kraft- und Arbeitsmaschinen ist in den Vordergrund getreten. Reichen auch die ersten Anfänge der Entwickelung der wichtigsten Kraftmaschine, der Dampfmaschine, in frühere Zeiten zurück, so fallen doch ihre wichtigsten Umgestaltungen, ihre maschinellen Einrichtungen für alle möglichen Verwendungsarten erst in unser Zeitalter. (Das Nähere darüber wird in dem Abschnitt über die Wärme gesagt werden.) Aber außer dem Dampf und den uralten Kraftquellen, Wasser und Wind, werden auch Leuchtgas und Erdöl nebst ihren Destillaten, namentlich Benzin, von der modernen Technik in sinnreichster Weise ausgenutzt. Wohl die ersten der sogenannten Gasmotoren konstruirte Lenoir 1860, bei welchen die regelmäßig erfolgenden Explosionsstöße eines zur Entzündung gebrachten Gemisches von Leuchtgas und Luft auf den Kolben des Cylinders wirkten. Lenoir verwendete den elektrischen Induktionsfunken zur Entzündung des Gasgemisches und ließ die Explosion abwechselnd auf der einen oder andern Seite des Kolbens erfolgen. Otto verbesserte 1865 die Maschine dadurch, daß er ein Gasflämmchen als Zündmittel benutzte und die Stoßwirkung der Explosion durch eine zweckmäßige Einrichtung nur einseitig auf den Kolben wirken, den Rückstoß aber durch Herstellung eines luftverdünnten Raumes folgen ließ. Das explosive Gemenge entwickelt im Augenblick seiner Entzündung eine Temperatur von nahezu 3000° und gewinnt dadurch eine Spannung von 12 Atmosphären. Ein Kubikmeter Leuchtgas genügt für die Ottosche Maschine, um während einer Stunde die Arbeit von 75 Kilogrammmetern = einer Pferdekraft zu leisten. Die Straßenmotoren, welche gegenwärtig in den verschiedensten Konstruktionen auftreten, lassen freilich noch manche Mängel erkennen, die aber zweifellos durch die fortschreitende Technik immer mehr werden beseitigt werden. Auch die Wirkung komprimirter Luft als Triebkraft ist mit Erfolg benutzt worden in den mächtigen Kom-

pressionspumpen, welche als Bohrmaschinen Verwendung finden, wie sie zuerst der italienische Ingenieur Sommeiller bei der Durchbohrung des Mont Cenis gebrauchte. Ebenso wie die Herstellung der Kraftmaschinen ist auch die der Arbeitsmaschinen im Laufe des Jahrhunderts auf eine Stufe gehoben worden, die es ermöglicht, nahezu jedes zu rein mechanischer Arbeit bestimmte Werkzeug statt durch Menschenhand oder durch thierische Kraft durch die Maschine in Bewegung zu setzen. Dadurch ist es in den meisten Fällen gelungen, eine raschere, billigere und vielfach auch bessere Arbeit zu liefern. Das Zurückgehen des Kleinbetriebes, die Entstehung der Fabriken und die dadurch bedingten Umwälzungen auf sozialem Gebiete sind charakteristische Erscheinungen des 19. Jahrhunderts. Wegen ihrer weittragenden Bedeutung mögen hier nur Erwähnung finden die Erfindung der Schnellpresse durch Friedrich König (1811), die des Jacquardwebestuhls (1808) und die Nähmaschine durch Howe (1845).

Ein Problem, das Physiker und Techniker schon seit geraumer Zeit beschäftigte, das der Lenkbarkeit des Luftballons, hat auch das neunzehnte Jahrhundert trotz zahlreicher darauf gerichteter Versuche noch nicht zu befriedigender Lösung gebracht. Schon gleich nach der Erfindung des Ballons durch die Gebrüder Montgolfier im Jahre 1782 wurden Versuche gemacht, mit schaufelartigen Flügeln die Gondel und damit auch den Ballon nach beliebigen Richtungen zu lenken. Man fand, was auch die Rechnung ergiebt, daß bei ganz ruhiger Luft einige Menschen dem Ballon mit solchen Einrichtungen eine wagerechte Geschwindigkeit von ungefähr 1 m in der Sekunde ertheilen können. Um größere Geschwindigkeiten zu erzielen, mußte die Kraft mit der neunten Potenz der Geschwindigkeit im Verhältnisse stehen, also für eine Geschwindigkeit von 3 m 19683 mal größer werden; man wäre also für solche Geschwindigkeiten genöthigt, eine Kraftmaschine mitzunehmen. Dafür müßte wiederum die Steigkraft,

König, Friedrich, geb. 17. April 1774 zu Eisleben, zuerst Setzer und Drucker in Leipzig, studirte dann daselbst Physik; ging 1806 nach England, verband sich mit dem reichen Buchdrucker Th. Bensley; 1810 Patent auf die Schnellpresse erhalten; mit dem Mechaniker Bauer zusammen verbesserte er vielfach seine Maschine; Firma König und Bauer; starb 17. 1. 1833. — Literatur: Göbel, Friedrich K. und die Erfindung der Schnellpresse. 1883.

Jacquard, Joseph Maria, geb. 7. 7. 1752 zu Lyon, zuerst Buchbinderlehrling, dann Schriftgießergehilfe, später Seidenweber. 1801 construirte er den ersten Webstuhl für Seidenstoffe; 1808 eine Verbesserung desselben; starb 7. 8. 1834 in Oullins bei Lyon. — Literatur: Kohl, Geschichte der Jacquardmaschine nebst Biographie J.'s 1873; Grandsard, J. sa vie etc. 1869; 1875.

Howe, Elias, geb. 9. 7. 1819 zu Spencer (Massachusetts), construirte 1845 die erste Nähmaschine. Mittellos kam er 1847 nach England und verkaufte sein Patent; gründete, später wohlhabend geworden, 1862 zu Brideport in Connecticut eine Nähmaschinenfabrik; starb 3. 10. 1867 in Brooklyn.

also auch der Ballon größer werden, für dessen Bewegung dann wieder die Kraft wachsen müßte. In dieser Weise potenziren sich die Verhältnisse gegenseitig, so daß selbst für vollkommen ruhige Luft auch die Anwendung der kompendiösesten Gasmaschinen zum Treiben eines Schraubenrades wenig Erfolg verspricht. Die Bestrebungen der neusten Zeit bewegen sich, um der Schwierigkeiten Herr zu werden, daher hauptsächlich nach 2 Richtungen: einmal, einen möglichst leichten Motor von großer Stärke zu konstruiren, und sodann, dem Luftschiffe eine möglichst geringe Widerstandsfläche zu geben. Zu letzterem Zwecke wandte zuerst Giffard und dann alle späteren Techniker nach ihm die längliche, sogenannte Cigarrenform an, während als Triebkraft für den Motor nach dem Vorgange von Tissandier (1883 und 84) die Elektrizität benutzt wurde. Auf diese Weise gelang es zuerst den Franzosen Renard und Krebs, eine Geschwindigkeit von 6 m zu erreichen und zuerst von allen Luftschiffern auf der Auffahrtsstelle wieder zu landen (22. September 1885). Unter diesen Umständen hat auch die Verwendbarkeit der Ballons für Kriegszwecke nur geringen Erfolg gehabt. Besonderes Interesse erregte während des deutsch-französischen Krieges 1870/71 die Reise des 2000 Kubikmeter fassenden französischen Belagerungsballons „La Ville d'Orléans", der im Dezember 1870 um 11½ Uhr Nachts in Paris aufstieg und am nächsten Nachmittag gegen 2 Uhr in der Nähe des Sneehättan im mittleren Norwegen landete, damit also einen Weg von 1800 km mit einer mittleren Geschwindigkeit von 34 m in der Sekunde zurücklegte. Von den 64 während des Krieges aus Paris aufgestiegenen Ballons fielen nur 5 in die Hände der Deutschen; 2 verunglückten im Meer. Deutscherseits waren 2 Luftschifferdetachements der Operationsarmee beigegeben, kamen aber weder vor Straßburg noch vor Paris dazu, irgend welche Dienste zu leisten. Etwas reicheren Gewinn hat die Luftschifffahrt für wissenschaftliche Zwecke gehabt. Einen ersten Aufstieg unternahm aus diesem Grunde 1803 der Physiker Robertson in Hamburg, der nachweislich 6880 m Höhe erreichte. Ihm folgten 1804 Biot und Gay Lussac, wobei letzterer bei einer zweiten von ihm allein unternommenen Fahrt fast 7000 m Höhe erreichte. Achtundzwanzig Mal erhob sich der englische Meteorologe James Glaisher in die Luft (1862—1865), zum Theil bis zu Höhen von 8500 m und erzielte dabei werthvolle Ergebnisse für die Kenntniß der Wärme- und Feuchtigkeitsveränderungen in hohen Luftschichten. Gegenwärtig haben namentlich deutsche Gelehrte der wissenschaftlichen Luftschifffahrt feste Organisation gegeben und die Ballons mit den vorzüglichsten Instrumenten ausgestattet. Außer den seit mehreren Jahren vom Münchener Verein für Luftschifffahrt systematisch unternommenen wissenschaftlichen Ballonfahrten ist hier besonders das große, durch Professor Aßmann in Berlin ins Leben gerufene Unternehmen des deutschen Vereins zur Förderung der Luftschifffahrt zu nennen. Nach einem einheitlichen Plane wurden von diesem seit 1891 gegen 50 wissenschaftliche Ballonreisen ausgeführt. Bei einer der letzten

Fahrten, am 4. Dezember 1894, erreichte Berson bei einem Luftdruck von 231 mm, also 529 mm unter dem normalen, und einer Lufttemperatur von — 47,9 ° C. eine Höhe von 9155 m. Es ist dies die äußerste Erhebung in die Luft, die bisher erreicht wurde. Unter den Ergebnissen dieser Fahrten sind die wichtigsten: die Ermittelung so ausnehmend niedriger Temperaturen in den höheren Schichten der Atmosphäre, die Feststellung der Abhängigkeit der Windrichtungsdrehung von der Annäherung an die barometrischen Maxima und Minima, der Nachweis von Regenwolken in Höhen bis zu 7000 m und werthvolle Studien über die Luftelektrizität.

Schall.

„In der Mitte eines großen, finsteren Zimmers mag sich ein Stab befinden, der in Schwingungen versetzt ist, während zugleich eine Vorrichtung vorhanden sein soll, die es gestattet, die Geschwindigkeit dieser Schwingungen fortwährend zu vermehren. Man trete in dieses Zimmer in dem Augenblicke, wo der Stab viermal in einer Sekunde schwingt. Weder Auge noch Ohr sagt uns etwas von seinem Vorhandensein, nur die Hand macht ihn uns bemerkbar, wenn seine Schläge sie berühren. Aber die Schwingungen werden schneller, sie erreichen die Zahl 32 in der Sekunde und ein tiefer Baßton trifft unser Ohr. Der Ton erhöht sich fortwährend; er durchläuft alle Mittelstufen bis zum höchsten schrillenden Gekreisch; aber nun, bei ungefähr 40 000 Schwingungen sinkt Alles in die vorige Grabesstille zurück. Noch voller Erstaunen über das Gehörte fühlt man dann plötzlich vom schwingenden Stabe her, sobald die Zahl seiner Schwingungen 50 Billionen in der Sekunde erreicht hat, eine angenehme Wärme sich strahlend verbreiten, so behaglich, wie sie etwa ein Kaminfeuer aussendet. Noch aber bleibt alles dunkel. Doch die Schwingungen werden immer schneller; steigt ihre Zahl auf 400 Billionen, so dämmert ein schwaches rothes Licht auf. Es wird immer lebhafter, der Stab glüht roth, dann wird er gelb und durchläuft alle Farben des Regenbogens; bis nach dem Violett, wenn der Stab die gewaltige Zahl von 800 Billionen Schwingungen in der Sekunde ausführt, alles wieder in Nacht versinkt." Mit diesem Bilde pflegte der berühmte Berliner Physiker Heinrich Dove seinen Zuhörern die innere Uebereinstimmung von Schall, Wärme und Licht zu veranschaulichen. Während demnach alle drei Naturerscheinungen auf Schwingungen irgend

Dove, Heinrich Wilhelm, geb. 6. 10. 1803 zu Liegnitz, studirte in Breslau und Berlin, 1826 Privatdozent in Königsberg, 1829 außerord. Prof. in Berlin. 1837 Mitglied d. Ak. d. Wiss., 1845 ord. Prof., 1837 Vicekanzler der Friedensklasse des preuß. Ordens pour le mérite; starb 4. 4. 1879 in Berlin. Werke: Meteorologische Untersuchungen 1837; Ueber die nichtperiodischen

eines beliebigen Körpers beruhen, unterscheiden sie sich aber sowohl durch die Zahl und Art der Schwingungen, als auch durch die Art des Mediums, welches die Schwingungen unseren Sinnen übermittelt. Gehen beim Schalle die Schwingungen von ganzen Körpern oder größeren Theilen derselben aus, daß alle Theile gleichzeitig solche Bewegungen ausführen, so bleibt zur Erzeugung von Wärme und Licht der Körper als Ganzes unbewegt und nur seine Atome und Moleküle vollziehen, wenn auch nicht unabhängig von einander, doch gleichzeitig die verschiedensten Bewegungen. Die Schallschwingungen sind molare, die Wärme- und Lichtschwingungen molekulare Vibrationen. Während ferner die Luft oder jeder dichtere, feste oder flüssige Körper genügt, um von dem schwingenden Körper her die Bewegung auf unser Trommelfell zu übertragen und durch Vermittlung des Gehörorgans uns als Schall oder Ton empfinden zu lassen, ist zur Aufnahme der unendlich viel schnelleren und feineren Wärme- und Lichtschwingungen ein unendlich feineres Medium erforderlich, der Aether, von dem wir annehmen, daß er den Weltenraum, die Luft und alle Körper durchdringt. Der Schall pflanzt sich gemeinhin durch Luftwellen, Wärme und Licht pflanzen sich durch Aetherwellen fort. Aus dieser gewissermaßen gröberen Natur und Eigenart des Schalles erklärt sich wohl auch der Umstand, daß die ihm zu Grunde liegenden physikalischen Gesetze viel früher und in vollkommener Weise von den Menschen erkannt wurden, als dies bei der Wärme und dem Licht der Fall war. Schon Aristoteles und mehr noch Vitruv waren über die Entstehung und Fortpflanzung des Schalles unterrichtet und es ist als sicher anzunehmen, daß bei der zweifellos hohen Ausbildung, welche die Musik der alten Griechen besaß, auch die Theorie der musikalischen Töne ihnen kein fremdes Gebiet war. Dies wenigstens ist erwiesen, daß schon Pythagoras wußte, daß, wenn Saiten von gleicher Beschaffenheit, gleicher Spannung aber ungleicher Länge die vollkommenen Consonanzen der Oktave, Quinte oder Quarte geben sollen, ihre Längen im Verhältniß von 1 : 2, von 2 : 3 oder 3 : 4 stehen müssen. Ja wenn, wie man vermuthet, des Pythagoras Kenntnisse sich zum Theil auf Erfahrungen ägyptischer Priester stützen, so läßt sich gar nicht absehen, bis in welche unvordenkliche Zeit die Kenntniß dieses Gesetzes zurückreicht. Nach der Richtung der musiktheoretischen Ausbildung hin hat sich denn auch die Akustik in den folgenden Jahrhunderten zunächst weiter entwickelt. Gregor der Große, um 600 soll die Buchstabenbenennung der Noten und ihre Eintheilung in Oktaven, der Benediktinermönch Guido v. Arezzo (1026)

Aenderungen der Temperaturvertheilung auf der Oberfläche der Erde 1840—59; Ueber den Zusammenhang der Wärmeveränderungen der Atmosphäre mit der Entwickelung der Pflanzen 1846; Temperaturtafeln 1848; Darstellung der Wärmeerscheinungen durch fünftägige Mittel 1856—70; Das Gesetz der Stürme 1857. 1873; Klimatologie von Norddeutschland 1868—71; Eiszeit, Föhn und Sirocco 1867; u. a. m.

die Linienschrift für die Noten und deren Silbenbezeichnung eingeführt haben, während von Hucbald aus Flandern (gest. 930) die ersten Anfänge der Harmonienlehre und von Franco von Cöln im 13. Jahrhundert die Mensur und der Kontrapunkt herrühren sollen.

Nach längerem Stillstande regte sich die Neigung zu akustischen Studien erst wieder gegen Ende des 16. und im 17. Jahrhundert. Baco von Verulam (1561—1626) war es, der über die Stärke des Schalles und über das Echo Versuche anstellte, während der Provenzale Peter Gassendi (1592—1655) die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles zu ermitteln suchte; ein Problem, an dessen Lösung sich später auch Newton (1642—1726) betheiligte. Den wichtigsten Fortschritt aus jener Zeit aber brachten die Untersuchungen von Mersenne (1588 bis 1648), welche zur Auffindung des Gesetzes führten, daß die Tonhöhe mit der Schwingungszahl wächst und daß die Schwingungszahl einer Saite im umgekehrten Verhältniß zu ihrer Länge und Dicke, aber im direkten Verhältniß zur Quadratwurzel aus ihrer Spannung steht. Mit dem Versuche, das Mersennesche Gesetz deduktiv zu finden, beschäftigten sich alsdann die Mathematiker durch das ganze achtzehnte Jahrhundert; unter denen als die bedeutendsten Euler (1707—1783), Daniel Bernoulli (1700—1782), Poisson (1781—1840), Fresnel (1788—1827) und Lagrange (1759) zu nennen sind. Kurz vor dem Beginn des Zeitraumes aber, dessen Besprechung diese Blätter in erster Linie gewidmet sind, steht Ernst Chladni aus Wittenberg (1756—1827), welcher durch die Entdeckung der nach ihm benannten Klangfiguren die Kenntniß der Schallbewegung wesentlich förderte. Schraubt man eine Platte aus irgend welchem elastischen Material, sei es Holz, Glas oder Messing, an einer Stelle fest, und streicht sie, nachdem sie mit feinem Sande bestreut ist, an einer anderen Stelle senkrecht zu ihrer Fläche mit einem Violinbogen an, so gruppiren sich die Sandkörnchen, sobald die schwingende Platte einen reinen Ton erzeugt, zu ganz charakteristischen, symmetrisch angeordneten Figuren, den Chladnischen Klangfiguren, die ihre Formen wechseln, sobald die Tonhöhe oder die Anstrichstelle sich ändern. Von den stärker vibrirenden Theilen der Platte nämlich wandern die Körnchen zu den ruhigeren Partieen, wo sie liegen bleiben und sogenannte Knotenlinien bilden. Im vorigen Jahrhundert noch glaubte man in diesen Figuren eine geheimnißvolle Offenbarung des Zusammenhanges zwischen Form und Klang zu sehen. Erst Wheatstone (1833) und

Chladni, Ernst Florens Friedr., geb. 30.11. 1756 zu Wittenberg studirte dort und in Leipzig zuerst die Rechte, später Physik. Er bereiste seit 1802 10 Jahre lang Deutschland, Holland, Frankreich, Italien, Rußland und Dänemark, um Vorlesungen über Akustik zu halten; starb 4. 4. 1827 in Breslau. Werke: Entdeckungen über die Theorie des Klanges 1787; Akustik 1802. 1830; Beiträge zur praktischen Akustik und zur Lehre vom Instrumentbau 1822. — Literatur: Bernhardt Dr. Ernst Chladni, der Akustiker 1856. Wrede, C.'s Leben und Wirken 1866.

später König in Paris (1862) haben den Zusammenhang in befriedigender Weise erklärt. Die Chladnische Entdeckung fällt noch in das Jahr 1787. Das 19. Jahrhundert brachte zuerst die Ausführbarkeit einer wirklich genauen Bestimmung der Schwingungszahlen der Töne, wodurch nunmehr eine exakte mathematische Behandlung der Theorie der Musik und in ihrem Verfolge die großartigste Entdeckung auf akustischem Gebiete in unserer Zeit, die von H. v. Helmholtz gefundene Ursache der Consonanz und Dissonanz und die Erkenntniß ihrer physiologischen Grundlage möglich wurde. Die Bestimmung der Schwingungszahlen der Töne geschieht durch Sirenen. Die erste zweckmäßige Form gab diesen Instrumenten Cagniard-Latour im Jahre 1819; hierbei tritt der den Ton erzeugende Luftstrom aus einem Blasebalg durch ein kurzes Ansatzrohr in eine Messingtrommel mit durchlöchertem Deckel. Ueber diesem Deckel ist eine mit einer gleichen Zahl Löcher versehene, um eine senkrechte Achse leicht drehbare Messingscheibe befestigt in der Weise, daß ihre Oeffnungen mit denen des Deckels bei bestimmten Stellungen der Scheibe zusammenfallen, bei anderen nicht, so daß ein durchgeblasener Luftstrom bald hindurchgehen kann, bald nicht. Da die Bohrungen der Löcher im Deckel der Trommel wie in der Scheibe schräg gegen einander stehen, so wird jeder durchgelassene Luftstrom die bewegliche Scheibe drehen und es müssen, wegen der gleichen Abstände der Löcher von einander, periodische Luftstöße entstehen. Diese periodischen Stöße aber erzeugen den Ton, der um so höher wird, je schneller sich die Scheibe dreht, je stärker man den Blasebalg tritt. Um die Umdrehungsgeschwindigkeit und damit die Tonhöhe messen zu können, greift ein Gewinde am oberen Ende der Scheibenachse in die Räder eines Zählwerks ein, auf dessen zwei Zifferblättern die Anzahl der in einer Sekunde erfolgten Umdrehungen der Scheibe sich ablesen lassen. Das erste Zifferblatt giebt die Hunderte, das zweite die Zehner und Einer an. Steht beispielsweise der Zeiger des ersten Zifferblattes, nachdem der Ton 5 Minuten gedauert, auf 66, der des zweiten auf 30, so hat die Sirene in dieser Zeit $66 \times 100 + 30 = 6630$ Umdrehungen gemacht. Hat außerdem die Scheibe 20 Löcher, so ergeben sich $20 \times 6630 = 132600$ Luftstöße in 5 Minuten oder 442 in der Sekunde. Der fragliche Ton entsteht demnach durch 442 Schwingungen. Die Konstruktion der Sirene ist dann später von Seebeck, Dove, Helmholtz und König mehrfach verbessert worden.

Auf sehr sinnreiche Weise hat im Jahre 1855 Lissajous die Messung der Tonhöhe bis zu einem gewissen Grade vom Ohre

Koenig, Rudolf, geb. 26. 11. 1832 zu Königsberg i/Pr., ging 1851 nach Paris zu dem Fabrikanten musikalischer Saiteninstrumente Vuillaume in die Lehre u. errichtete 1858 eine Werkstätte für die Konstruktion akustischer Apparate. — Werke: Quelques expériences d'acoustique 1882. Catalogue des appareils d'acoustique. — Literatur: Pisko, Die neueren Apparate der Akustik 1865.

unabhängig gemacht und in den Bereich des viel schärferen und zuverlässigeren Gesichtssinnes gezogen. Seine optische Methode, eine weitere Ausbildung des bereits 1827 von Wheatstone erfundenen Prinzips, bestand darin, daß er an je einem Zinkenende von zwei Stimmgabeln, deren Ebenen einen rechten Winkel mit einander bildeten, kleine Spiegel befestigte. Fällt nun ein feiner Lichtstrahl auf das Spiegelchen der ersten Gabel, so wird er von diesem auf den Spiegel der zweiten und von hier auf einen Lichtschirm geworfen. Sind beide Gabeln in Ruhe, also tonlos, so entsteht auf dem Schirm ein bloßer Lichtpunkt; schwingt nur die erste, so entsteht eine aufrechte Linie, weil sie vertikal schwingt, schwingt dagegen nur die zweite Gabel, eine wagerechte Linie, weil die Stimmgabel selbst horizontal schwingt. Tönen aber beide Gabeln gleichzeitig, so bildet sich, absolut gleiche Stimmung vorausgesetzt, eine Vereinigungsfigur in Form einer Kurve, die sich ändert, je nachdem die zwei Schwingungen der Zeit nach übereinstimmen oder nicht. (Immerhin erscheinen die Figuren noch als relativ einfache Kurven, Kreise, Ellipsen u. s. w.) Aehnlich macht ein Pendel verschiedene Bewegungen, je nachdem es von zwei Antrieben gleichzeitig oder nach einander getroffen wird. Ist nun aber die eine Gabel gegen die andere ein wenig verstimmt, so erfolgen ihre Schwingungen zu ganz verschiedenen Zeitintervallen, sie befinden sich, wie man es nennt, in verschiedenen Schwingungsphasen. Diese Phasenunterschiede aber lassen sich durch die Lissajous'schen Figuren, welche mitunter die seltsamsten Verschlingungen zeigen, aufs Schönste im optischen Bilde erkennen. Durch die Einführung dieser Kurven hat Lissajous die Physik nicht allein mit einem recht wirksamen Experiment, sondern auch mit einem Hilfsmittel von vielseitiger Verwendbarkeit bereichert. Wie nämlich die Stärke eines Tones von der Schwingungsweite der Schallwellen, seine Höhe von der Schwingungszahl abhängt, so bedingt die Form der Schwingungen das, was man Klang oder Klangfarbe nennt. Gerade das Studium dieser letzteren Eigenschaften des Tones, seines Klanges, ist im verflossenen Jahrhundert durch die epochemachenden Untersuchungen von H. v. Helmholtz zu einem befriedigenden Abschluß gebracht worden. (H. von Helmholtz: Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik. 1. Aufl. 1863. 2. Aufl. 1864.)

Es ist bekannt, daß Töne gleicher Stärke und gleicher Tonhöhe dennoch nicht den gleichen Eindruck auf unser Ohr machen, wenn sie von verschiedenen Instrumenten herrühren. Derselbe Ton klingt anders auf dem Klavier, derselbe anders auf der Violine oder auf der Orgel. Dieselbe Note endlich macht einen anderen Eindruck, je nachdem man die Vokale a oder o oder i darauf singt. Worin liegt nun der Grund dieser verschiedenen Klangfarbe? Wird eine an zwei Enden befestigte Metallsaite durch Streichen mit einem Violinbogen zum Tönen gebracht, so giebt sie zunächst einen durch ihre Länge, Dicke und Spannung bedingten bestimmten Ton, den Grundton; klemmt man

aber unter die Mitte der Saite einen Holzsteg, der den unterstützten Punkt am Schwingen verhindert, so erhält man beim Anstreichen der einen Saitenhälfte nach dem oben angeführten Mersenneschen Gesetz einen Ton von doppelter Schwingungszahl, also die nächsthöhere Oktave des Grundtons. Aber nicht allein die angestrichene Hälfte tönt, auch die zweite, nicht angestrichene, geräth in Schwingungen, wie ein auf dieselbe gesetztes Papierreiterchen beweist, welches beim Anstreichen jener ersten Hälfte abfällt. Schiebt man nun den Steg unter das erste Drittel der Saite, so tönen beim Anstreichen dieses auch das zweite und dritte Drittel mit, beim Anstreichen des ersten Viertels auch das zweite, dritte und vierte Viertel u. s. w. Kurz, es ergiebt sich daraus, daß eine an irgend einer Stelle festgehaltene Saite beim Anstreichen Theilschwingungen ausführt und zwar mit soviel Bruchtheilen ihrer Länge, als das festgehaltene Stück in der Länge der ganzen Saite enthalten ist. Es entstehen somit Theiltöne oder Partialtöne, die natürlich höher als der Grundton sein müssen und darum Obertöne heißen. Indessen, nicht nur wenn ein unterstellter Steg einen Punkt der Saite am Mitschwingen hindert, entstehen die erwähnten Obertöne, sondern auch dann schon, wenn die Saite blos an einem Punkte berührt, d. h. wenn sie in diesem angestrichen wird. Der Unterschied gegen vorhin ist nur der, daß jetzt der Grundton der Saite vorwiegend gehört wird, während die gleichzeitig anklingenden Theiltöne an Stärke zurücktreten. Streicht man also die Saite genau in der Mitte an, so ertönt neben dem Grundton die nächsthöhere Oktave, streicht man sie im ersten Drittel ihrer Länge, so tönt die Quinte der Oktave mit u. s. w. Jeder musikalische Ton aber — das erhellt aus den angegebenen Beispielen — ist kein einfacher Ton, sondern ein Tongemisch. Die Wirkung dieser Mischung auf unser Ohr, das Zusammentönen des Grundtons mit den gleichzeitig entstehenden Obertönen ist die Ursache dessen, was wir Klang oder Klangfarbe nennen. Hierin liegt das Hauptresultat der Helmholtzschen Untersuchungen.

Um sich eine Vorstellung zu machen von der Möglichkeit solcher gleichzeitigen Schwingungen eines und desselben Körpers, denke man sich eine wellenbewegte Meeresfläche. Wenn diese nach einem heftigen Winde wieder anfängt sich zu beruhigen, so kann man die verschiedensten Wellendurchkreuzungen gleichzeitig wahrnehmen. Man sieht dann, wie große Wogen, die vom hohen Meere her in langgestreckten Linien und regelmäßigen Abständen einander folgen, gegen das Ufer ziehen; hier werden sie zurückgeworfen, je nach den Einbuchtungen des Ufers nach verschiedenen Richtungen, so daß die ankommenden Wellen von den rückkehrenden schräg durchkreuzt werden. Ein etwa vorüberziehendes Dampfschiff bildet vielleicht, noch inmitten der bewegten Wassermasse deutlich erkennbar, seinen gabelähnlichen Wellenschweif, oder ein Raubvogel, einen Fisch erhaschend, erregt kleine kreisförmige Ringe. Dem Auge des Be-

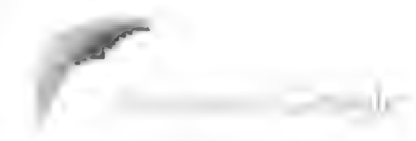


schauers gelingt es leicht, allen diesen verschiedenen Wellenzügen zu folgen und ihren Ablauf über die Wasserfläche zu beobachten. Ein ganz ähnliches Schauspiel, sagt Helmholtz, muß man sich in der Luft eines Konzert- oder Tanzsaales denken, die von einem bunten Gewimmel gekreuzter Wellensysteme nicht blos in der Fläche, sondern nach allen Dimensionen durchschnitten wird. Von dem Munde der Männer gehen weitgedehnte 2 bis 4 Meter lange Wellen aus, kürzere, ½ bis 1 Meter lang, von den Lippen der Frauen. Das Knistern der Kleider erregt kleine Kräuselungen der Luft, jeder Ton des Orchesters entsendet seine Wellen und alle diese Systeme, sich kugelförmig von ihrem Ursprungsorte verbreitend, schießen durcheinander, werden von den Wänden des Saales reflektirt und laufen hin und wieder, bis sie endlich, von neu entstandenen übertönt, erlöschen. Und trotz alledem ist das Ohr im Stande, alle die einzelnen Bestandtheile eines so verwirrten Ganzen von einander zu sondern, woraus man schließen muß, daß in der Luftmasse all die Wellenzüge neben einander bestehen, ohne sich gegenseitig zu stören. In der That ist schon früher auf Grund eines von Fourier für die Wärmelehre aufgefundenen Resultates, von Georg Simon Ohm aus Erlangen (1789—1854) der Satz aufgestellt worden, daß das menschliche Ohr nur eine pendelartige Schwingung der Luft als einfachen Ton empfindet, jede andere periodische Luftbewegung aber, wie sie also der Klang darbietet, in eine Reihe von pendelartigen Schwingungen zerlegt, welche als eine Aufeinanderfolge einfacher Töne empfunden werden. Helmholtz hat nun als zweites Resultat seiner epochemachenden Untersuchungen gezeigt, wie diese physiologische Wirkung im Ohre zu Stande kommt. In der Tiefe des Felsenbeins, in das hinein unser inneres Ohr ausgehöhlt ist, findet sich ein besonderes Organ, die Schnecke genannt, weil es eine mit Flüssigkeit gefüllte Höhlung bildet, die dem Hohlraum des Gehäuses der gemeinen Weinbergsschnecke sehr ähnlich ist. Ein Unterschied nur liegt darin, daß dieser Schneckengang des Ohres seiner ganzen Länge nach durch zwei Membranen in drei Abtheilungen, eine obere, mittlere und untere geschieden ist. In der mittleren Abtheilung sind durch den Marchese Corti sehr merkwürdige Bildungen entdeckt worden — das Cortische Organ —, unzählige mikroskopisch kleine Plättchen, welche gleich wie die Tasten eines Klaviers regelmäßig neben einander liegen. An ihrem einen Ende stehen sie mit den Fasern des Hörnerven in Verbindung, am andern hängen

Ohm, Georg Simon, geb. 16. 3. 1787 zu Erlangen, wurde 1817 Lehrer der Phys. und Math. am Gymnas. zu Köln, 1826 an der Kriegsschule zu Berlin, seit 1833 Prof. an d. Polytechn. Schule in Nürnberg, seit 1849 Prof. d. Phys. in München; starb dort 7. 7. 1854. — Werke: Bestimmung des Gesetzes, nach welchem die Metalle die Kontaktelektrizität leiten 1826; Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet 1827. Beiträge zur Molekularphysik 1849. — Literatur: Bauernfeind, Gedächtnißrede auf O. 1882. Mann, Georg Simon O. 1890.

sie der ausgespannten Membran an. Es ist nun nach Helmholtz kaum zweifelhaft, daß jene Gebilde, etwa 3000 an Zahl, je auf einen bestimmten Ton abgestimmt sind, daß, sobald irgend ein Ton erklingt, die betreffende Membranplatte mitschwingt und die zugehörige Nervenfaser erregt. Dadurch wird es dem Ohre möglich, jedes komplizirte Tongemisch in seine Elemente zu zerlegen. Ein einfaches Mittel, um den einen oder anderen Ton aus einem Klange herauszuhören, hat Helmholtz in dem von ihm erfundenen Resonator gegeben; dies sind Kugeln aus Glas oder Metall mit einer weiteren und einer engeren Ansatzöffnung. Die weitere Oeffnung wird der Tonquelle zugekehrt, die engere trichterförmige in den Gehörgang eingesetzt. Die ziemlich abgeschlossene Luftmasse der Kugel hat ihren bestimmten Eigenton, der z. B. hörbar wird, wenn man sie am Rande der weiteren Oeffnung anbläst. Wird nun der Eigenton der Kugel außen angegeben, sei es als Grundton, sei es als Oberton irgend eines Klanges, so geräth die Luftmasse der Kugel in starkes Mitschwingen und das mit dieser Luftmasse verbundene Ohr hört den betreffenden Ton in verstärkter Intensität. Auch die Vokale der menschlichen Stimme erhalten ihre Klangfarbe durch die Obertöne, die neben dem Grundton, den die schwingenden Stimmbänder erzeugen, mittönen. Welche Obertöne aber entstehen, hängt von der Eigenart der Mundbildung ab; wie sie bei tönenden Saiten z. B. nicht blos durch die Anschlagsstelle bedingt werden, sondern auch durch die Art des Anschlags und das Material der Saite. Auf der Darmsaite der Violine klingt derselbe Ton anders als auf der Metallsaite des Klaviers. Seine Untersuchungen über den Klang der menschlichen Stimme führte Helmholtz an einem genial erdachten, aber komplizirten Vokalapparat aus. Der Hauptsache nach bestand er aus passend abgestimmten Stimmgabeln als Tonerregern, welche durch Elektromagnete in Schwingungen versetzt werden konnten, so daß die verschiedensten Tonkombinationen möglich waren. Mittels dieses Apparates hat nun Helmholtz unter Anwendung von Resonatoren folgende Aufschlüsse über Klangunterschiede erhalten: Töne ohne Obertöne sind weich und dumpf, solche mit vielen Obertönen klingen rauh und scharf; leer ist ein Klang, wenn die Obertöne zu stark; hohl, wenn sie zu schwach gegen den Grundton sind; der volle, reiche, harmonische Klang entsteht, wenn ein starker Grundton nur gemischt ist mit den fünf ersten Obertönen von geringerer Stärke, d. h. mit solchen, deren Schwingungszahl 2, 3 oder 5 mal so groß ist wie die des Grundtons.

Auch die Gesetze der Consonanz und Dissonanz, über die schon die Naturforscher des Alterthums nachgedacht hatten, fanden durch Helmholtz befriedigende Erklärung. Nach ihm ist Consonanz eine continuirliche, Dissonanz eine intermittirende Tonempfindung. Es hängt dies zusammen mit den durch das Zusammentreffen verschiedener Schallwellen entstehenden Schwebungen des Tones: Wenn zwei gleichzeitig gehörte Töne genau gleiche Schwingungsdauer haben



und im Anfang ihre Wellenberge zusammenfallen, so werden sie auch fortdauernd zusammenfallen; oder, wenn sie anfangs nicht zusammenfielen, so werden sie auch bei längerer Dauer nicht zusammenfallen; die beiden Töne werden sich also entweder fortdauernd verstärken oder fortdauernd schwächen. Wenn die beiden Töne aber nur annähernd gleiche Schwingungsdauer haben und ihre Wellenberge fallen anfangs zusammen, so daß sie sich verstärken, so werden allmählich die Berge des einen denen des andern Tones voraneilen. Es wird geschehen müssen, daß bald die Berge des einen in Thäler des andern fallen, bald die voraneilenden Wellenberge des ersten wieder Berge des andern erreichen; kurz es werden abwechselnde Steigerungen und Schwächungen des Tones entstehen und darin liegt die Ursache dessen, was man Schwebungen oder Stöße der Töne nennt. Consonirende Töne nun geben keine oder nur unmerkliche Schwebungen, dissonirende aber sind beim Zusammenklange von schnellen Schwebungen begleitet und erzeugen eine unangenehme Rauhigkeit. Nichts aber ist dem Ohre empfindlicher als diese. Schon der Gedanke an das Geräusch eines über eine Schiefertafel gezogenen Nagels verursacht Unbehagen, wie ähnlich intermittirende und schnell wiederholte Reizungen den Sinnesorganen wehe thun, z. B. flackerndes, glitzerndes Licht dem Auge, Kratzen mit einer Bürste der Haut und so fort. Diese Rauhigkeit des Tones ist der wesentlichste Charakter der Dissonanz. Am unangenehmsten ist sie dem Ohr, wenn die beiden Töne ungefähr um einen halben Ton auseinander stehen, wobei die Töne der mittleren Gegend der Tonleiter etwa 20—40 Stöße in der Sekunde geben. Bei dem Unterschiede eines ganzen Tones ist die Rauhigkeit geringer, bei einer Terz pflegt sie, wenigstens in den höheren Lagen der Tonleiter zu verschwinden. Die Terz kann daher als Consonanz erscheinen.

Befriedigt nun auch die Erkenntniß der Gesetzmäßigkeit innerhalb dieser Sphäre des ästhetischen Empfindens den denkenden Menschen, weil er im Stande ist, sie zu begreifen, so ist sie doch weit davon entfernt, ihm Aufschluß zu geben über die wirkliche Ursache geistigen Behagens und Unbehagens, des Harmonischen und Unharmonischen, des musikalisch Schönen und Unschönen.

Am Schlusse dieses Abschnittes über die Entwicklung der Akustik im 19. Jahrhundert sei noch eines Apparates gedacht, welcher bei seinem Bekanntwerden namentlich im Laienpublikum gewaltiges Aufsehen erregte, nämlich des 1877 vom Amerikaner Thomas Edison (geb. 1847 im Staate Ohio) erfundenen Phonographen. Bekanntlich bezweckt der Apparat die Wiedergabe von Tönen vermittels der in eine weiche Substanz eingezeichneten Schwingungs-

Edison, Thomas Alva, geb. 10. 2. 1847 zu Milan im Staate Ohio in Nordam. Ganz Autodidakt. Zuerst Zeitungsjunge auf der Grand-Trunk-Eisenbahn, lernte telegraphiren und wurde Telegraphist, zuletzt 1868 in Boston. Gründete 1870 in Newark bei New-York eine Maschinenfabrik, die er 1876 nach Menlo Park verlegte. — Literatur: Dürer, Edison, Elektrische Skizzen 1890.



kurven. Schon Duhamel ließ 1859 durch seinen Vibrographen und Scott in demselben Jahre mit dem verbesserten Phonautographen Wellenzüge von Klängen der verschiedensten Art auf berußtem Papier durch die Spitze einer schwingenden Membran aufzeichnen und sichtbar machen. Der Edinsonsche Phonograph besteht aus dem Schalltrichter und der Schreibwalze; der Trichter ist am Ende mit einer feinen Aluminiummembran verschlossen, die zwei Stahlstifte, einen scharfkantigen und einem abgerundeten, trägt. Die mit einer besonders construirten Wachsmasse überzogene Schreibwalze kann mit Hilfe einer Kurbel oder eines elektrischen oder mechanischen Motors gedreht und dabei zugleich unter dem Trichter entlang bewegt werden. Wird der Trichter nun so gestellt, daß der scharfkantige Stift die Walze berührt und die Kurbel gedreht, während man in den Trichter hineinspricht, so setzen die Luftwellen die Membran in Schwingungen und der Stift gräbt diesen Schwingungen genau entsprechende Vertiefungen fortlaufend in die Walze ein. Um den „aufgeschriebenen" Schall hörbar zu machen, dreht man die Walze zurück und setzt dann den Schalltrichter so auf, daß der abgerundete Stift in die Vertiefungen gelangt; bei der Drehung der Walze folgt der Stift den Aufzeichnungen und bringt dadurch die Membran in dieselben Schwingungen, die sie beim Hineinsprechen machte.

Wärme.

Nennt man das 19. Jahrhundert im Allgemeinen das naturwissenschaftliche Zeitalter, so pflegt man es im Besonderen auch wohl als dasjenige des Dampfes oder der Elektrizität zu bezeichnen, damit ausdrückend, daß die Nutzbarmachung gerade der beiden Naturkräfte, Wärme und Elektrizität, unserer Zeit die Signatur aufgedrückt haben. In der That kann man auch vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus dieser Auffassung zustimmen. Denn nicht nur hat im praktischen Leben die Anwendung der Dampfkraft — um zunächst diese Seite hervorzuheben — seit wenig mehr als 60 Jahren die erstaunlichsten Umwälzungen im Verkehrsleben der Menschen mit sich gebracht, auch in theoretischer Beziehung hat die Lehre von der Wärme eine tiefgreifende Umwälzung erfahren. Wenn noch bis fast in die Mitte des Jahrhunderts hinein bei den Physikern die Anschauung vorherrschte, daß die Wärme ein feiner, unwägbarer, in seiner Qualität unveränderlicher Stoff sei, der von dem wärmeren auf den kälteren Körper überströme,so ist es jetzt den genauen Untersuchungen geistvoller Forscher wie Rumford, R. Clausius, Rob.

Rumford, Benjamin, Graf von, früher Thompson, geb. 26. 3. 1753 zu Woburn in Massachusetts, zuerst Lehrer in der Stadt Rumford, dann Offizier im Unabhängigkeitskampf auf Seiten der Engländer; von 1776—79


Digitized by Google

Mayer, Joule u. A. gelungen, auch in der Wärme nur eine besondere Form von Bewegung zu erkennen und durch Ausgestaltung der mechanischen Wärmetheorie auch diese Naturkraft in den ihr gebührenden Zusammenhang mit den übrigen Erscheinungsformen der Sinnenwelt, mit den rein mechanischen Bewegungen, mit Schall, Licht und Elektrizität zu bringen.

Es sind demnach hauptsächlich zwei Momente, welche in der Entwicklungsgeschichte der Wärmelehre im letzten Jahrhundert in den Vordergrund treten: Erstens die Ausbildung der Lehre von der Wärmebewegung und von ihrer Unterordnung unter das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, und zweitens, die praktische Verwerthung der Wärme als Triebkraft in der Dampfmaschine.

Eingeleitet wurde die Reihe hochwichtiger Entdeckungen auf dem Gebiete der Wärmelehre am Anfange des 19. Jahrhunderts durch das von Gay-Lussac 1807 aufgefundene, nach ihm benannte Gesetz, daß alle Gase durch Wärme gleich stark ausgedehnt werden und zwar so, daß für jeden Grad Temperaturerhöhung die Gasmenge um $^1/_{273}$ ihres Volumens größer wird. Die bald folgenden Arbeiten

in London mit artilleristisch-wissenschaftl. Studien beschäftigt. 1784 nach München übergesiedelt, wurde er General-Leibadjutant des Kurfürsten Karl Theodor v. d. Pfalz. 1792 zum Reichsgrafen von R. ernannt; starb 21. 8. 1814 auf seiner Besitzung zu Auteuil. — Mémoires sur la chaleur 1804; Recherches sur la chaleur 1804—13; Essais politiques, économiques et pilosophiques; ursprüngl. deutsch 1800—5; auch in engl. Sprache 1797. 1802; Gesammtausgabe s. Werke herausg. v. Ellis. 5 Bde. 1876 mit einem Memoir of Sir B. Thompson. — Literatur: James Renwick: Life of Count R. 1845; Berthold, R. und die mechan. Wärmetheorie 1875.

Clausius, Rudolf Jul. Emanuel, geb. 2. 1. 1822 zu Köslin in Pommern, studirte seit 1840 in Berlin, wo er sich auch als Privatdozent habilitirte. 1855 Prof. der Physik am Polytechnikum in Zürich u. bald darauf auch an der Universität. 1867 wurde er Professor in Würzburg, 1869 in Bonn, wo er am 24. August 1888 starb. Werke: Die mechanische Wärmetheorie 1876 bis 91; Ueber das Wesen der Wärme, verglichen mit Licht und Schall 1857; Die Potentialfunktion und das Potential 1859. 1885. — Literatur: Riecke, Rudolf C. 1889.

Joule, James Prescott, geb. 24. 12. 1818 in Salford als Sohn eines Bierbrauers, wurde ebenfalls Bierbrauer und widmete sich erst später wissensch. Studien. Eine amtliche Stellung hat er nicht bekleidet; er starb 11. 10. 1889 in Sale. — Werke: Discovery of the laws of the evolution of heat by electricity; Discovery of the mechanical equivalent of heat. (Deutsch v. Spengel 1872.)

Gay-Lussac, Louis Joseph, geb. 6. 12. 1778 zu St. Léonard le Noblat im Depart. Haute-Vienne, wurde 1808 Prof. d. Physik an d. Sorbonne in Paris und wirkte außerdem seit 1809 als Prof. d. Chemie an d. Polytechn. Schule, bis er 1832 Professor d. allgem. Chemie am Jardin des Plantes wurde. Seit 1830 Mitglied der Deputirtenkammer; 1839 erhielt er die Pairswürde; starb 9. 5.

von Rudberg (1800—1839), Magnus (1802—1870) und Regnault (geb. 1810) konnten nur kleine Abweichungen des genannten Gesetzes nachweisen und bestimmten genauer den Ausdehnungscoefficienten der Luftarten, d. h. den Bruchtheil der Volumenvergrößerung für einen Grad Temperaturerhöhung auf 0,003665.

Ebenso bedeutungsvoll für die Theorie waren die Untersuchungen von *Pierre Dulong* (1785—1838) und Alexis Petit (1791—1820) über die specifische Wärme. Während nämlich die Wärmemengen, welche nöthig sind, um gleiche Gewichtsmengen verschiedener Körper um einen Grad zu erhöhen, sehr verschieden sind, ist — wie die genannten Forscher fanden — diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um Atomgewichtsmengen der verschiedenen Elemente um einen Grad zu erwärmen, immer dieselbe, oder, wie man sich kurz auszudrücken pflegt: alle festen chemischen Grundstoffe haben dieselbe Atomwärme.

Auch über die Fortpflanzung der Wärme und ihre Beziehungen zum Licht wurden in den ersten Decennien des Jahrhunderts manche wichtige Fragen geklärt. Nachdem schon Mariotte (1620—1684) durch Spiegelversuche dargelegt hatte, daß Wärmestrahlen gleich dem Lichte dem bekannten Reflexionsgesetze folgen, d. h. unter demselben Winkel zurückgeworfen werden, unter welchem sie auf eine für sie undurchdringliche Wand auffallen, zeigte Melloni (1798—1854), daß sie auch in gleicher Weise gebrochen werden, ferner *Tyndall* (geb. 1820) und *Knoblauch* (geb. 1820), daß Absorption, Polarisation und

1850 in Paris. — *Werke:* Mémoires sur l'analyse de l'air atmosphérique 1804; Recherches physico-chimiques faites sur la pile 1811; Instruction pour l'usage de l'alcoolomètre centésimal 1824; Cours de physique (hgg. von Grosselin 1827); Leçons de chimie (gesammelt von Marmet 1828).

Dulong, *Pierre Louis*, geb. 12. 2. 1785 zu Rouen, studirte in Paris; 1820 Prof. d. Phys. an d. Polytechn. Schule, 1830 deren Studiendirektor, 1823 Mitgl. d. franz. Akad., deren ständiger Sekretär er 1832 wurde; starb 19. 7. 1838.

Tyndall, *John*, geb. 21. 8. 1820 zu Leighlin Bridge bei Carlow in Irland, war mehrere Jahre bei der trigonometrischen Aufnahme des Vereinigten Königreichs beschäftigt und wurde 1844 von einer Manchester Firma zur Ausführung von Eisenbahnvermessungen angestellt; 1847 Lehrer am Queenwood College in Hampshire, ging 1848 nach Deutschland, studirte in Marburg (unter Bunsen) und Berlin (Magnus); 1853 Prof. d. Physik an d. Royal Institution in London, trat 1887 in den Ruhestand, starb 4. 12. 1893 auf seinem Landsitze Hind Head bei Haslemere. — *Werke:* The glaciers of the Alps 1860 (Deutsch 1875); Contributions to molecular physics. 1872; Lectures on sound. 1867 (Deutsch 1875); Heat as a mode of motion 1863 (Deutsch 1875); Forms of water in clouds and rivers ice and glaciers 1873, 11. Aufl. 1894 (Deutsch 1879); On radiation 1865; On diamagnetism 1870. 1888; Notes of a course of seven lectures on electrical phenomena 1870; Lectures on electricity 1870 (Deutsch 1884); Faraday as a discoverer 1868, 1884 (Deutsch 1870).

Interferenz für die Wärme ebenso gut gelten wie für das Licht. Damit war wohl die Wesensgleichheit beider Erscheinungen nachgewiesen, aber ihre wirkliche Natur noch nicht enthüllt. Immer noch konnte man Wärme als etwas Stoffliches, in den Körpern Latentes ansehen, dessen Quantität constant bleibt. Scheint doch in der That bei einer großen Zahl von Naturprozessen die Menge der durch das Thermometer nachweisbaren Wärme unveränderlich. Wenn beispielsweise ein fester Körper schmilzt oder ein flüssiger gasförmig wird, so wird Wärme verbraucht, die durch das Thermometer zunächst nicht zu erkennen ist. Denn in einem, in schmelzendes Eis eingeführten Thermometer bleibt, selbst wenn das Eis enthaltende Gefäß erhitzt wird, die Quecksilbersäule solange auf dem Nullpunkte, dem Schmelzpunkte des Eises, stehen, als noch ein Stückchen festes Eis vorhanden ist; ebenso wie die Spitze des Celsiusschen Thermometers, das in kochendes Wasser getaucht wird, dauernd 100° zeigt, sobald es noch von kochendem Wasser umspült wird. Wird aber der flüssige Körper wieder fest, erstarrt das Wasser zu Eis, oder wird der gasförmige Wasserdampf zu flüssigem Wasser verdichtet, so kommt umgekehrt genau die gleiche Wärmemenge wieder zum Vorschein, die vorher verloren schien. Man nannte das früher ein Latentwerden der Wärme und nahm an, daß flüssiges Wasser von festem sich dadurch unterscheide, daß es eine gewisse Quantität gebundenen Wärmestoffes enthalte, der eben deshalb nicht auf das Thermometer übergehen, von diesem nicht angezeigt werden könne. Läßt man das tropfbare Wasser wieder zu Eis gefrieren, so erhält man jene, wie man annahm, gebundene Wärmemenge wieder zurück; ferner ist es eine bekannte Thatsache, daß bei chemischen Prozessen Wärme bald hervorgebracht wird, bald verschwindet. Auch hierbei ließ sich die Annahme durchführen, daß die verschiedenen chemischen Elemente und chemischen Verbindungen gewisse konstante Mengen latenten Wärmestoffes enthalten, welcher bei einer Aenderung ihrer Zusammensetzung bald austritt, bald von außen her zugeführt werden muß. Zeigten doch genau ausgeführte Versuche, daß die Wärmemenge, welche beispielsweise bei der Verbrennung einer bestimmten Gewichtsmenge reiner Kohle zu Kohlensäure sich entwickelt, jedesmal durchaus dieselbe ist, mag die Verbrennung langsam oder schnell, auf einmal oder in Zwischenpausen vor sich gehen. Alles dies stimmte also sehr wohl mit der Annahme zusammen, die man der Wärmetheorie zu Grunde gelegt hatte, daß die Wärme ein Stoff sei von durchaus unveränderlicher Qualität. Aber *eine* Beziehung der Wärme, nämlich gerade die zur mechanischen Arbeit, hatte man nicht genauer untersucht. Zwar hatte 1824 *Sadi Carnot*, der

Carnot, *Nicolas Léonard Sadi*, geb. 1. 6. 1796 in Paris, trat 1812 in die Polytechn. Schule, 1814 in das Geniekorps, wurde erst 1826 Kapitän, nahm 1828 den Abschied und starb 24. 8. 1832 an d. Cholera in Paris. — *Werke:* Réflexions sur la puissance motrice du feu et les machines propres à développer cette puissance 1824.

Sohn des berühmten Kriegsministers der französischen Revolution, die mechanische Arbeit, welche die Wärme verrichtet, aus der Annahme herzuleiten gesucht, daß der hypothetische Wärmestoff sich zu expandiren strebe und hatte den nach ihm benannten Satz aufgestellt, daß mit der Verwandlung von Wärme in mechanische Arbeit stets ein Uebergang von Wärme aus einem wärmeren in einen kälteren Körper verbunden ist. Doch die Beziehung von Wärme zur Arbeit war damit noch nicht erklärt. Denn es bestand die Erfahrung, daß überall, wo zwei bewegte Körper gegen einander reiben, Wärme neu entwickelt wird; man konnte nicht sagen woher. Die Thatsache ist ja allbekannt: Die trockenen Handflächen unter kräftigem Druck an einander gerieben erzeugen Wärmegefühl, schlecht geschmierte Radachsen werden beim Reiben so heiß, daß sie sich entzünden, jedes Streichholz flammt auf wenn es gerieben wird. Konnte man nun, solange es sich nur um Reibung fester Körper gegen einander handelt, wobei oberflächliche Theilchen abgerissen und comprimirt werden, vielleicht noch daran denken, daß irgend welche Strukturveränderungen der geriebenen Körper hierbei latente Wärme frei werden ließen, die dann als Reibungswärme zum Vorschein käme, so konnte davon nicht mehr die Rede sein, wenn beim Reiben flüssiger Körper Wärme entsteht. Das aber ist in der That der Fall. Das erste entscheidende Experiment dieser Art wurde von Humphrey Davy 1812 angestellt. Er ließ in einem abgekühlten Raume zwei Eisstücke auf einander reiben und brachte sie dadurch zum Schmelzen. Die latente Wärme, welche, nach bisheriger Anschauung, das neugebildete Wasser hierbei aufnehmen mußte, konnte durch das kalte Eis nicht zugeleitet, konnte durch keine Strukturveränderung erzeugt sein, konnte nirgends herkommen als von der Reibung, mußte durch die Reibung neu erzeugt sein. Aehnliche beweiskräftige Versuche führten dann später Mayer, Tyndall und vor Allem Joule aus. Mayer erwärmte Wasser durch Schütteln von 12° auf 13°, Tyndall brachte Wasser in einer auf die Schwungmaschine geschraubten kleinen Messingröhre zum Sieden dadurch, daß er die Röhre während der Drehung zwischen eine Eichenholzstange quetschte. Aus all diesen Beispielen folgt, daß Reibung und Stoß Vorgänge sind, bei denen mechanische Arbeit vernichtet und dafür Wärme erzeugt wird. Die weitgehendsten Versuche nach dieser Richtung hin stellte Joule an (1843—1850), die um so werthvoller waren, als er mit ihnen genaue Messungen verband. Er preßte Wasser durch haardünne

Davy, Sir Humphrey, geb. 17. 12. 1778 zu Penzance in Cornwallis; 1801 Prof. d. Chemie an d. Royal Institution in London; 1820—27 Präsident der Royal Society; starb 29. 5. 1829 in Genf. — Werke: Chemical and philosophical researches 1800; Elements of chemical philosophy 1812 (Deutsch v. Wolf 1820); Elements of agricultural chemistry 1813. — Literatur: Paris, Life of Sir Humphrey Davy 1831; John Davy, Memoirs of the life of Sir H. D. 1836 (Deutsch von Neubert 1840); Fragmentary remains, literary and scientific, of Sir Humph. D. 1859.

Röhren und bestimmte die hierbei durch Reibung erzeugte Wärmemenge; er stellte einen Metallbehälter in eine abgemessene Wassermenge, preßte mittelst einer Kompressionspumpe Luft bis zu 22 Atmosphären in den Behälter und maß dann die durch Zusammendrücken der Luft entstandene Temperaturzunahme; auch die Reibung fester Körper benutzte er zu seinen Berechnungen. Jedesmal ergaben seine Versuche dasselbe Resultat. Nämlich: um durch mechanische Arbeit die Wärmemenge zu erzeugen, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm Wasser von 0° auf 1° zu erhöhen — die man in der Physik als Wärmeeinheit oder Calorie bezeichnet —, muß jedesmal eine Arbeitsleistung verbraucht werden gleich der, welche 1 Kilogramm 424 m hoch zu heben im Stande ist. Mit anderen Worten: Das mechanische Aequivalent der Wärmeeinheit beträgt 424 Kilogrammmeter. Wenn 1 Calorie in Arbeit verwandelt wird, so entstehen immer 424 Kilogrammmeter und wenn 1 Kilogrammmeter in Wärme übergeht, so entsteht stets $^1/_{424}$ Calorie. Genau dasselbe Verhältniß zwischen Wärme und Arbeit fand Joule auch beim umgekehrten Prozeß, wenn nämlich durch Wärme Arbeit erzeugt wird. Ein Gas, welches man mit mäßiger Geschwindigkeit sich ausdehnen läßt, kühlt sich ab. Der Grund liegt, wie Joule ebenfalls zeigte, darin, daß sich ausdehnendes Gas den Widerstand des Luftdrucks zu überwinden, also Arbeit zu leisten hat, und dies geschieht auf Kosten seiner Wärme. Läßt man aber ein Gas plötzlich in einen vollkommen luftleeren Raum einströmen, so daß es keinen Widerstand findet, so kühlt es sich nicht ab. Alle diese Thatsachen erlauben nun nicht mehr, die Wärme als einen Stoff zu betrachten, da ihre Quantität nicht veränderlich ist. Sie kann neu erzeugt werden aus der lebendigen Kraft vernichteter Bewegung, sie kann vernichtet werden und erzeugt dann Bewegung; sie ist selbst eine besondere Form der im Weltall vorhandenen Energie, d. h. Bewegung, und zwar eine innere, unsichtbare Bewegung der kleinsten Theile der Materie. Wenn durch Reibung und Stoß Bewegung verloren zu gehen scheint, so geht sie doch in Wirklichkeit nicht verloren, sie geht nur von großen, sichtbaren Massen auf deren kleinste Theile über. Welche Form diese inneren Bewegungen haben, ist, wenigstens für die Luftarten, mit einiger Wahrscheinlichkeit von Forschern wie Kroenig, Clausius und Maxwell ermittelt worden. Hiernach schießen in den Gasen die Moleküle wahrscheinlich in geradlinigen Bahnen nach allen Richtungen durchein-

Maxwell, James Clerk, geb. 1831 in Edingburg, studirte dort und in Cambridge, 1856 Prof. d. Physik an dem Marishal College in Aberdeen, 1860 Prof. d. Physik u. Astronomie am King's College in London, zog sich 1865 auf sein Gut in Schottland zurück, bis 1871 seinen Studien lebend; folgte dann einem Ruf an die Universität Cambridge als Prof. der Experimentalphysik und starb daselbst am 5. 11. 1879. — Werke: Essay on the stability and motions

ander hin, bis sie, an ein anderes Theilchen oder die Gefäßwand anprallend, nach veränderter Richtung zurückgeworfen werden. Nach angestellten Berechnungen soll ein Luftmolekül bei 0° einen Weg von 485 m, ein Wasserstoffmolekül sogar 1844 m in der Sekunde zurücklegen. Ein Gas wäre also etwa einem Mückenschwarm vergleichbar, nur aus unendlich viel kleineren und unendlich viel dichter gedrängten Theilchen bestehend.

Soviel über den gegenwärtigen Stand der mechanischen Wärmetheorie, wie er sich auf Grund der Forschungsresultate im Laufe des letzten Jahrhunderts herausgebildet hat. Es mögen nun die Erfolge kurz besprochen werden, welche die Praxis durch Nutzbarmachung der Wärme in der Spannkraft des Wasserdampfes als Betriebsmittel der Maschinen in eben jener Zeit zu erringen verstanden hat.

Die Frage, wem die Urheberschaft bei der Erfindung der Dampfmaschine gebührt, hat viele Kontroversen veranlaßt. In der Litteratur der letztverflossenen dreißiger und vierziger Jahre, namentlich der französischen, findet sich merkwürdiger Weise das Bestreben, die Erfindung der Dampfmaschine zu einer möglichst alten zu machen. Man will Spuren davon selbst bis in eine Zeit zurückverfolgen können, die etwa 100 Jahre vor dem Beginn unserer Zeitrechnung liegt. Es ist indessen sicher, daß das Alterthum so gut wie gar keine Kenntniß von den Eigenschaften des Wasserdampfes besaß, der allgemein für gleichartig mit der atmosphärischen Luft gehalten wurde; ebensowenig trug das Mittelalter zur Erfindung der Dampfmaschine etwas bei, und auch die Bemühungen der Franzosen, ihrem Landsmanne Salomon de Caus, der 1630 starb, sowie die der Engländer, dem Marquis von Worcester Edward Sommerset (1601—1667) die Ehre der ersten Erfindung zu sichern, sind als gescheitert anzusehen. Bis zur Mitte des siebzehnten Jahrhunderts war noch kein einziger wirklich fördernder Schritt zur Herstellung einer brauchbaren Maschine der bezeichneten Art geschehen, wenn auch von manchem wohl die Möglichkeit, die Spannkraft des Wasserdampfes als Triebkraft zu benutzen, gleichsam geahnt worden sein mochte. Es mußte erst die Entdeckung von der Existenz und Wirksamkeit des Luftdrucks vorausgehen, ehe an eine ererfolgreiche Lösung des Problems zu denken war. Das geschah aber in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts durch Toricelli.

Im Anschluß an diese Entdeckung versuchte nun zunächst der Holländer Huygens, der Erfinder der Pendeluhr, im Jahre 1673 eine auf Luftdruck sich gründende Kraftmaschine herzustellen. Sein Apparat bestand aus einem metallenen, oben offenen, unten ge-

of Staurn's rings 1859; Theory oft heat 1871 (Deutsch 1877, 1878); Matter and motion 1876 (Deutsch 1881); An elementary treatise on electricity 1881 (Deutsch 1883); A treatise on electricity and magnetism 1873, 1881 (Deutsch 1883). — Litteratur: Campbell und Garnett, Life, correspondence and occasional writings of. J. C. M. 1884; Boltzmann, Vorlesung über M.'s Theorie der Elektrizität und des Lichtes 1891—93.

schlossenen Cylinder, in welchem sich ein luftdicht schließender Kolben auf und nieder bewegen konnte. An mehreren Stellen der Cylinderwandung waren nach außen sich öffnende Ventile angebracht; durch eine verschließbare Oeffnung konnte eine kleine Menge Pulvers in den Cylinder gebracht werden. Wurde dieses nun angezündet, während der Kolben am oberen Cylinderende sich befand, durch ein geeignetes Gegengewicht in die Höhe gezogen, so trieben die sich entwickelnden Pulvergase die Luft im Cylinder aus den Ventilen heraus, die sich dann sofort wieder schlossen. Es gelang so, unter dem Kolben eine Luftverdünnung herzustellen, in Folge deren der äußere Luftdruck den Kolben herunterdrückte. Die Mangelhaftigkeit, welche einer solchen Art der Herstellung eines Vacuums anhaftete, machte den Apparat für die Praxis ungeeignet. Erst Huygens Schüler, Denis Papin, der Erfinder des noch heute allgemein üblichen Verschlußkochtopfes, ersann 1687 eine Methode der Luftverdünnung, auf welcher sich später eine wirklich brauchbare Maschine aufbauen ließ. In einem wie beim Huygensschen Versuch konstruirten Cylinder, dem nur die Ventile fehlten, ließ Papin unter dem Kolben Wasser verdampfen und ihn durch die Spannkraft des Dampfes in die Höhe treiben. Den Niederdruck des Kolbens aber bewirkte er dadurch, daß er durch Abkühlung den Wasserdampf sich kondensiren ließ, wodurch eine Luftverdünnung unter dem Kolben entstand. Dieser an sich ganz brauchbare Grundgedanke fand jedoch bei den Zeitgenossen nicht die richtige Würdigung; allerdings litt die Maschine unter dem Mangel, daß die Kolbenbewegung, nur einmal in der Minute auf und nieder, viel zu langsam war, um einen praktisch brauchbaren Betrieb im Großen zu ermöglichen. Trotzdem fand eine, das Papinsche Prinzip benutzende Maschine, welche am Schlusse des siebzehnten Jahrhunderts Thomas Savery konstruirte, vielfachen Anklang. Freilich konnte sie nur für kleinere Verhältnisse, zum Wasserheben in Schlössern, Treibhäusern, Gärten u. s. w. Verwendung finden. Eine Kraftmaschine, die sich geeignet erwies, die größere Arbeit des Hebens von Grubenwasser aus den Bergwerken zu verrichten, nach der man sehnlichst verlangte, war immer noch nicht erfunden. Da kam Hilfe in der Noth durch zwei nicht dem Gelehrtenstande angehörige Männer aus dem Städtchen Dartmouth in Devonshire, den Eisenhändler Thomas Newcomen und den Glasermeister John Cayley. Es ist nicht bekannt, welcher Umstand diesen beiden Männern den ersten Impuls zu ihrer Beschäftigung mit der Feuermaschine, wie man sich damals ausdrückte, gegeben hat. Sicher ist, daß sie 1705 mit ihrer Maschine soweit im Reinen waren, sich das Eigenthumsrecht an ihrer Erfindung durch ein Patent zu sichern, und daß 1712 die erste Maschine, bestimmt zum Auspumpen des Wassers aus einer Kohlengrube bei Warwickshire, in Betrieb gesetzt werden konnte.

Die Newcomensche Maschine basirt ganz auf dem Papinschen Prinzip. In einen oben offenen Cylinder wird durch die Dampfspannung ein luftdicht anschließender Kolben gehoben, sein

Niedergang erfolgt durch Herstellung eines luftleeren Raumes unter ihm vermittels Kondensation des Dampfes durch eingespritztes Wasser. Die Kolbenstange ist an dem einen Ende eines gleicharmigen Hebels, des Balanciers, befestigt, dessen anderes Ende, durch Gewichte beschwert, die Kolbenstange der Saugpumpe führt und diese durch seine Bewegungen auf und nieder schiebt. Zwei Hähne, der eine zur Einführung des Dampfes in den Cylinder, der andere zum Zulassen des kalten Wassers in den unteren Cylinderraum bestimmt, reguliren, abwechselnd geöffnet und geschlossen, den gleichmäßigen Gang der Maschine. Man begrüßte in dieser sogenannten „atmosphärischen Maschine" ein langersehntes Mittel zur ungestörten Förderung des Bergbaues in Großbritannien und befreundete sich alsbald so allgemein mit ihr, daß schon um 1770 in den Kohlengruben bei Newcastle 57 Newcomen'sche Maschinen im Betriebe waren. Eine durch Humphrey Potter angebrachte Selbststeuerung der Hähne durch passende Verbindung mit dem Balancier erhöhte noch ihre Brauchbarkeit. Nachdem jedoch die erste Freude über die Erfindung und ihren Besitz vorüber war, wurde ihr der immer lauter werdende, nicht unbegründete Vorwurf gemacht, daß sie zuviel Brennmaterial verbrauche und ihre Leistungen dadurch sehr vertheuere. So kam es denn, daß die Grubenbesitzer nach und nach die theure Maschine abschafften, in der Hoffnung, sie über kurz oder lang durch eine andere ersetzt zu sehen, welche die Dampfkraft besser als es die atmosphärische Maschine vermochte, nutzbar machte. Mit Eifer wandten sich die bedeutendsten Ingenieure der Lösung der gestellten Aufgabe zu; und wirklich war auch das Genie bereits geboren, welches sich in diesem Wettstreit die Krone erringen sollte. Dem schöpferischen Geiste eines James Watt (1736—1819) war es vorbehalten, nicht nur die erste eigentliche Dampfmaschine herzustellen, sondern sie auch gleich durch eine Reihe glänzender Erfindungen bis fast zu der Vollendung zu führen, welche sie heute besitzt. Das erste war, was Watt that, den Uebelstand zu beseitigen, den die Newcomensche Maschine in dem zu großen Verbrauch an Brennstoff besaß. Es gelang ihm dadurch, daß er die Verdichtung des Wasserdampfes unter dem Kolben nicht durch direktes Einspritzen von kaltem Wasser in den Cylinder selbst, sondern in ein besonderes, mit dem Cylinder verbundenes Gefäß vornahm, das er Kondensator nannte und das zu diesem Zwecke ständig von kaltem

Watt, James, geb. 19. 1. 1736 in Greenok in Schottland, kam, 15 Jahre alt, zu einem Feinmechaniker nach Glasgow in die Lehre, 2 Jahre darauf nach London; 1757 Universitätsmechaniker in Glasgow, in ziemlich dürftigen Verhältnissen lebend, trat 1769 mit dem reichen Fabrikanten Boulton in Verbindung, wurde 1774 dessen Compagnon in Soho bei Birmingham, starb 19. 8. 1819 in Heathfield bei Birmingham. — Literatur: Muirhead, The origin and progress of the mechanical inventions of James W. 1855; Ders., Life of James W. 1858; Smiles, Lives of Boulton and Watt 1865.

Wasser umgeben war. Dadurch wurde die Wärmemenge erspart, welche bisher an die kalten Cylinderwände nutzlos abgegeben wurde. Denn es leuchtet ein, daß bei dem bisherigen Verfahren das eingespritzte Wasser nicht nur, was es ja sollte, den Dampf verdichtete, sondern gleichzeitig auch die Cylinderwärme abkühlen mußte, was nicht zweckmäßig war. Denn der nunmehr einströmende Dampf konnte sich als Dampf nur dann unter dem Kolben ansammeln, wenn er erst die Wände des Cylinders wieder auf seine Temperatur gebracht hatte; der dazu verwendete Dampf war nutzlos, die dafür aufgebrauchte Wärme verloren. Der Wattsche Kondensator vermied diesen Fehler. Das Wichtigste aber, was Watt schuf, war die Umwandlung der atmosphärischen Maschine in eine wirkliche Dampfmaschine. Er schloß den Dampfcylinder von beiden Seiten und ließ durch abwechselndes Eintreten des Dampfes bald über, bald unter den Kolben, diesen nunmehr allein durch den gespannten Dampf hin und herschieben. Das wechselweise Einströmen des Dampfes aber ermöglichte er durch die mit dem Cylinder verbundene, zur Aufnahme des Dampfes aus dem Kessel bestimmte Dampfkammer, in welcher ein Schieberventil sich passend hin und herbewegte. Auf sehr sinnreiche Weise regulirte Watt die Bewegungen des Schieberventils durch Einführung der excentrischen Scheibe, die, mit der Achse des Schwungrades verbunden, ihre drehende Bewegung in eine horizontale Verschiebung der Achse des Schieberventils übertrug. Es kann hier nicht der Ort sein, auf die Details moderner Dampfmaschinen einzugehen; es mag nur erwähnt werden, daß Watt neben den schon hervorgehobenen hauptsächlichsten Einrichtungen auch durch seine anderweitigen Erfindungen, wie durch das zur Geradführung der Kolbenstange dienende „Parallelogramm", durch den den Dampfzufluß regelnden „Centrifugalregulator", durch Einführung von „Pleuelstange" und Schwungrad, endlich durch die mit dem Balanzier verbundenen und durch diesen bewegte Pumpen den komplizirten Bau in seinen einzelnen Theilen bereits soweit vervollkommnet hatte, daß die spätere Technik nur wenig noch zur Verbesserung hat hinzufügen brauchen. Watt ist der Einzige, der den Anspruch erheben darf, als „Vater der Dampfmaschine" für alle Zeiten gepriesen zu werden.

Die späteren Bestrebungen zur Verbesserung der Dampfmaschinen gingen vornehmlich dahin, Dämpfe von höheren Spannungen zur Erzielung größerer Effekte anzuwenden. Die von Watt konstruirte Maschine war eine sogenannte Niederdruckmaschine, welche, unter Anwendung eines Kondensators, nur Spannungen von 1,3 bis 1,5 Atmosphären verwendete. Die erste wirklich brauchbare Hochdruckmaschine, die mit mehr als 2 Atmosphären Dampfdruck arbeitete, baute der Amerikaner Oliver Evans im Jahre 1801. In Bezug auf Vervollkommnung der einzelnen Getriebstheile, insbesondere der Organe für die Dampfvertheilung sind die in den sechziger Jahren von Woolf und Compound konstruirten Zwei- und Dreicylindermaschinen,

ferner die oszillirende Maschine von Hick und die rotirende von Cox zu nennen, denen man größere Raumersparniß verdankt.

Gehört nun zwar die Erfindung der Dampfmaschine noch zu denjenigen des achtzehnten Jahrhunderts, so kann man doch behaupten, daß die weittragendsten Folgen dieser Erfindung im vollsten Maße erst dem neunzehnten zu Gute kamen. Dampfschiff aber und Lokomotive, die nachgeborenen Schwestern der Wattschen Erfindung, fallen ganz und gar in jene Zeit. Freilich waren Versuche, die dahin zielten, Schiffsruder durch Dampfmaschinen zu bewegen, schon im achtzehnten Jahrhundert wiederholt angestellt worden. Den ersten, in der Praxis sich bewährenden Erfolg aber errang der Amerikaner Robert Fulton, welcher, nachdem er auf einem, mit Schaufelrädern versehenen, durch Dampfkraft getriebenen Boote im August 1803 eine Probefahrt auf der Seine unternommen, vom Jahre 1807 an die erste regelmäßige Dampfschifffahrt auf dem Hudson in Amerika eröffnete. Unter den deutschen Strömen war der Rhein der erste, dessen Fluthen von Dampfschiffen regelmäßig befahren wurden. Im Jahre 1827 begannen die Boote der Kölnischen Gesellschaft ihre Fahrten. Anfänglich gelangte man allerdings in einem Tage nur von Köln bis Koblenz. Im Beginn der vierziger Jahre aber wurde es durch die Benutzung von größeren Schiffen mit stärkeren Maschinen möglich, von Köln aus noch an demselben Tage Mainz zu erreichen. Ungefähr aus der nämlichen Zeit datiren die ersten Durchquerungen des atlantischen Ozeans. Zwar war schon im Jahre 1819 ein amerikanisches Dampfschiff, die „Savannah" nach England herübergekommen. Es hatte aber auf seiner sechsundzwanzigtägigen Fahrt von Savannah-Hafen nach Liverpool nur 18 Tage von seiner Maschine, die übrigen 8 Tage aber von seinen Segeln Gebrauch gemacht. Die Aufgabe, durch Dampfkraft allein die große Reise zu bewältigen, gelang zum ersten Male dem englischen Dampfer „Sirius", der 453 Tonnen Steinkohle an Bord hatte. Er verließ am 5. April 1838 den irländischen Hafen Cork und fuhr am Morgen des 23. April unter Salutschüssen und Glockengeläut, begrüßt von dem Jubel einer tausendköpfigen Menschenmenge, in den Hafen von New-York ein.

Neben den zuerst allein üblichen Raddampfern tauchten mit der Zeit Fahrzeuge auf, bei denen als Propeller die Schraube diente. Diese ist weiter nichts als die schon im Alterthum zum Wasserheben u. s. w. verwendete sogenannte Archimedische Schraube, d. h. eine Spindel, um welche eine Fläche schraubenförmig herumgewunden ist. Der Vorgang ist hierbei ganz ähnlich demjenigen, welcher bei der

Fulton, Robert, geb. 1765 in Little Britain in der Grafschaft Lancaster (Pennsylvanien), widmete sich zuerst der Kunst, wurde dann Ingenieur, ging nach Frankreich und machte 1797 in Paris Versuche mit Torpedobooten, ging darauf nach England zur Sicherung seiner Patente u. siedelte später nach New-York über. Dort starb er am 24. 2. 1815. — Literatur: Montgery, Notice sur la vie et les travaux de Robert F. 1825.

Drehung einer gewöhnlichen Schraube in einer festgehaltenen Schraubenmutter stattfindet. Nur vertritt die Stelle der Schraubenmutter das Wasser, in welches jene das Gewinde gleichsam einschneidet. Die Priorität der Erfindung der Dampferschraube gebührt dem Deutschösterreicher Joseph Ressel, welcher 1829 mit einem kleinen Schraubendampfer vor Triest Probefahrten unternahm, die jedoch durch eine Beschädigung an der Maschine unterbrochen und darauf in Folge polizeilichen Verbotes eingestellt wurden. Glücklicher war der Engländer Francis Pettit Smith, dem im September 1837 eine Fahrt von Dover über den Kanal trotz hohen Seeganges ausgezeichnet gelang und der damit die Aera der Schraubendampfer mit Erfolg einleitete.

Die Verbesserungen im Maschinengetriebe, die Erfindung der Compoundmaschinen, die eine größere Ausnutzung der Expansionskraft des Dampfes gestatteten, kamen natürlich auch den Dampfschiffen zu Statten. Sie erlangten dadurch und in Folge der hohen Entwicklung, welche die Schiffsbaukunst nahm, die Rentabilität, welche ihnen heute ermöglicht, in Hunderten von Linien Flüsse, Seen und Weltmeere zu durchkreuzen, unter Anwendung von Mitteln für die Sicherheit und Bequemlichkeit der Reisenden, von denen man am Beginn des Jahrhunderts noch keine Vorstellung hatte.

Aehnlich wie bei dem Dampfschiff hat sich die Verwendung der Dampfkraft zum Betriebe von Zugmaschinen auf dem Lande, d. h. der Bau von Lokomotiven, erst allmählich und aus bescheidenen Anfängen heraus entwickelt. Das Jahr 1814 ist in dieser Beziehung von besonderer Bedeutung, denn in diesem baute George Stephenson seine erste Lokomotive; derselbe Mann, dem es, in Gemeinschaft mit seinem Sohn Robert, vergönnt war, in ganz hervorragender Weise bei der Schöpfung des heutigen Eisenbahnwesens mitzuwirken. Damals gab es zwar schon seit ungefähr vierzig Jahren in den Grubendistrikten

Stephenson, George, geb. 8. 6. 1781 zu Wylam bei Newcastle (Northumberland); Sohn armer Eltern, bediente er die Dampfmaschinen bei den Kohlengruben, wurde dann Aufseher und schließlich Leiter der Kohlenwerke des Lord Ravensworths bei Darlington; errichtete 1824 in Newcastle eine eigene Maschinenbauanstalt. Er war zuletzt auch Eigenthümer mehrerer Kohlengruben und der großen Eisenwerke von Claycroß und starb 12. 8. 1848 zu Tapton-House bei Chesterfield. — Literatur: Smiles, The life of George S. 1884.

Stephenson, Robert, Sohn von George S., geb. 16. 10. 1803 zu Wilmington, studirte in Edinburg und trat dann in die Maschinenfabrik seines Vaters; bereiste Amerika, gründete dort die Bergwerksgesellschaft zu Columbien, baute in seiner Heimath mehrere Eisenbahnen, und leitete in Canada den Bau der Viktoria-Brücke über den Lorenzstrom bei Montreal. Er starb 12. 10. 1859 und wurde in der Westminsterabtei beigesetzt. — Schrift: Die atmosphärische Eisenbahn (aus dem Englischen von Ch. M. von Weber 1845). — Literatur: Jeaffreson und Pole, Life of Robert S. 1864; Smiles, Lives of George and Rob. S. 1868.

am Tyne Bahnen aus gußeisernen Schienen, auf welchen die Kohlenwagen außer durch Pferde auch schon durch einige Lokomotiven fortbewegt wurden. Aber um von diesen Anfängen aus zu einer Eisenbahn zu gelangen, auf welcher Personen und Güter mit früher nie geahnter Geschwindigkeit befördert werden können, mußten noch große Schwierigkeiten überwunden und gewaltige Fortschritte gemacht werden. Der Energie der beiden Stephenson war es gelungen, den Bau einer Eisenbahn durchzusetzen, durch welche zum ersten Male ein allgemeiner Güterverkehr vermittelt wurde. Es geschah dies auf der Strecke Stocton—Darlington, die im September 1825 eröffnet wurde. Um dieselbe Zeit, als der Bau der genannten Bahn begann, geschahen auch schon die ersten Schritte zu dem Unternehmen, durch welches das Eisenbahnwesen im heutigen Sinne, die Regelung des Personen- und Güterverkehrs, ins Leben gerufen wurde. Für den Verkehr zwischen Liverpool und Manchester konnten die beiden existirenden Kanäle mit der Zeit nicht mehr genügen. Es bildete sich daher eine Gesellschaft, welche den Bau einer Eisenbahn anregte und welche nach vielen Kämpfen zumal gegen die dabei interessirten Kanalgesellschaften, die für ihre Zwecke erforderliche Parlamentsbill endlich im März 1826 erwirkte. Stephenson, der Vater, wurde darauf zum Oberingenieur des Baues von der Gesellschaft ernannt. Bedenkt man, daß auf der ganzen Bahnstrecke 63 Brücken und Durchlässe zu bauen waren außer einem Viadukt, der in mehr als 20 m Höhe den Sankey-Kanal mit einem 16 m weiten Bogen überspannt, daß ferner dicht vor Liverpool ein über 600 m langer Tunnel angelegt werden mußte und endlich, daß vorher niemals eine derartige Eisenbahn gebaut worden war, so wird man den Schöpfern der Anlage auch heute noch die verdiente Anerkennung zollen müssen. Die feierliche Eröffnung der Bahnstrecke Liverpool-Manchester fand am 15. September 1830 statt. Dieser Tag dürfte demnach als der Geburtstag der Eisenbahnen zu gelten haben. Erst fünf Jahre später, am 7. Dezember 1835 wurde in Deutschland die erste Bahnlinie auf der Strecke Nürnberg—Fürth eröffnet.

Ihre höchsten Triumphe feierte die Ingenieurkunst in den letzten Jahren bei der Anlage der Gebirgsbahnen durch Ueberwindung von Steigungen ganz gewaltiger Art, die ihren Anfang nahmen mit der Ausführung des Bahnbaues über den Semmering im Jahre 1850 und die schon jetzt nicht mehr davor zurückschrecken, bis in die Grenzen des ewigen Schnees vorzudringen. Wird doch in nicht zu ferner Zeit selbst der Gipfel der Jungfrau, in mehr als 4000 m Meereshöhe, durch Anlage eines Schienenstranges auch dem Gemächlichkeit liebenden Reisenden ohne Schwierigkeit erreichbar sein.

Licht.

Daß die Sonne durch ihre Wärmestrahlen die Kraftspenderin ist, welche dem Weltsystem, dessen Mittelpunkt sie bildet, den ihm eigenen Vorrath an Energie gewährt, das haben die Kapitel über

Mechanik und Wärme zu zeigen versucht. Aber schon lange bevor die Wissenschaft den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Sonnenwärme und Arbeit erkannt und mathematischer Berechnung zugänglich gemacht hatte, ja, wir können sagen, schon von dem Augenblicke an, wo die Sonne als Tagesgestirn der Menschheit zu leuchten begann, war sie derjenige Himmelskörper, welcher auf Seele und Gemüth des Menschen den gewaltigsten Eindruck gemacht hat. An die Sonne knüpft der religiöse Kultus der ältesten Zeiten an, sie bestimmt von Alters her die Zeiteintheilung der Menschen, sie weckt das dichterische Empfinden in den Herzen der Sänger; mit ihrem Studium hat sich die Wissenschaft von Jahrhunderten beschäftigt. Sie verdankt diese Macht jedoch nicht sowohl der Wärme, die sie uns schenkt, als vielmehr dem allbelebenden Einfluß des Lichtes, das sie uns ausstrahlt.

Was ist Licht? Diese Frage, lange umstritten, ist erst durch den Fortschritt der Wissenschaft im neunzehnten Jahrhundert gelöst worden. Nunmehr erklärt es der Physiker als Wellenbewegung des Aethers, er berechnet genau die Geschwindigkeit seiner Fortpflanzung, er weist durch Zahlen den Unterschied in den Wellenlängen des rothen, grünen, jedes farbigen Lichtes nach. Darum aber geht durch diese Erkenntniß die Wirkung des Lichtes auf unsere Gefühlswelt noch nicht verloren. Der blendende Glanz der Sonne, das milde Licht des Mondes, das holde Spiel der Farben und Formen, kurz, die ganze Welt des Lichtes, wenn alles dies für die reifere Erkenntniß auch in eine Summe unendlich kleiner und unendlich zahlreicher Bewegungen auseinander fließt, ja wenn auch die ganze Erscheinungswelt in eine täuschende Einwirkung von Bewegungen auf unser Auge sich auflöst, das subjective Empfinden des Schönen in der Welt wird keine physikalische Betrachtung uns rauben können.

Es hat lange gedauert bis es der Wissenschaft gelang, das Wesen des Lichtes zu ergründen, wenn auch viele seiner Eigenschaften schon früh bekannt waren und seine Wirkungen schon seit Jahrhunderten benutzt wurden.

Die optischen Kenntnisse des Alterthums und Mittelalters beschränkten sich auf die Bekanntschaft mit den Gesetzen der Spiegelung, worüber Euklid (300 v. Ch.) und Ptolemäus (2. Jahrh. n. Ch.) Nachrichten hinterlassen haben, und mit den Anfängen der Lehre von der Brechung. Im sechszehnten Jahrhundert, in welchem die Astronomie noch im Vordergrunde des naturwissenschaftlichen Interesses stand, wandte man auch der Optik, die jener Wissenschaft am unmittelbarsten dienen konnte, besondere Beachtung zu. Man war schon auf dem Wege, das Fernrohr zu erfinden, wie die Beschreibung einer gewissen Linsencombination durch Giambattista della Porta aus Neapel (1538—1615) beweist. Er erfand auch die einfachste Form der Camera obscura, deren Wirkungsweise schon vor ihm der Sizilianer Franziskus Maurolykus (1494—1575) ziemlich richtig dargestellt hatte, und vervollkommnete sie durch Anbringung einer Konverlinse. Endlich fällt in diese Zeit noch die Konstruktion des ersten

Mikroskops durch den Holländer Zacharias Jansen aus Middelburg (1590). Noch größeren Gewinn für die fortschreitende Erkenntniß der optischen Erscheinungen in der Praxis wie in der Theorie, brachte das folgende Jahrhundert. Gleich am Anfang desselben (1608) erfand Jansens Landsmann, der Brillenschleifer Franz Lippershey, das holländische, aus einer Konkav- und einer Konvexlinse zusammengesetzte Fernrohr, das wir noch heute in der Form des Opernglases und Krimstechers benutzen. Durch diese Erfindung angeregt, stellte Kepler in seiner Dioptrik (1611) eine Theorie des Auges auf und gab die Grundlage für den Bau des astronomischen Fernrohres. Einige Jahre später wurde dieses Instrument durch den Jesuiten Christoph Scheiner wirklich hergestellt, und ebenfalls nicht lange darnach das für die Beobachtung irdischer Gegenstände dienende terrestrische Fernrohr durch den Kapuzinermönch Maria Schyrl vom Kloster Rheit in Böhmen, das mit seinen 4 Konvexlinsen aufrechte Bilder nicht zu ferner Gegenstände lieferte. Das erste Spiegelteleskop construirte 1668 Isaac Newton. In theoretischer Hinsicht erfuhr die Optik im 17. Jahrhundert ebenfalls wesentliche Bereicherungen. Der Däne Olaf Römer leitete 1675 aus astronomischen Betrachtungen über die Verfinsterungen der Jupitertrabanten zuerst genaue Werthe über die Geschwindigkeit des Lichtes ab, wofür er die noch heute im Wesentlichen gültige Zahl von etwa 297 000 km (40 000 geogr. Meilen) in der Sekunde ermittelte; und dem Holländer Willebrood Snell gelang 1621 die genaue Feststellung des Brechungsgesetzes, um dessen richtige Formulirung die Forscher schon lange Jahre vorher sich vergebens bemüht hatten. Nicht minder werthvoll war die durch Francesco Maria Grimaldi aus Bologna (1618—1663) gemachte Entdeckung der Dispersion oder Farbenzerstreuung und der Diffraction oder Beugung des Lichtes, auf Grund deren der große Newton (1642—1726) seine Farbenlehre aufbaute. Auch die Doppelbrechung des Lichtes, zuerst am isländischen Kalkspathe von Hieronymus Bartholinus (1625—1698) beobachtet, ist eine Entdeckung des siebzehnten Jahrhunderts, an dessen Schlusse bereits jener wissenschaftliche Kampf um die richtige Deutung von der Natur des Lichtes anhebt, der als der Kampf zwischen Emissions- und Undulationstheorie bezeichnet zu werden pflegt. Länger als ein Jahrhundert hat dieser Kampf gedauert; denn auch das achtzehnte brachte noch keine Entscheidung. Der gewaltigen Autorität Newtons, des Schöpfers der Emissionslehre gegenüber, hatten die Verfechter der Vibrations- oder Undulationstheorie, wie Huygens und Euler, einen schweren Stand. Erst unser Jahrhundert brachte Letzteren den Sieg und die Genugthuung von der Richtigkeit ihrer Auffassung.

Die Emissionsthorie nimmt an, daß es eine eigenthümliche Lichtmaterie, den imponderabeln Lichtäther gebe, welcher, von einem leuchtenden Körper mit ungeheurer Geschwindigkeit ausgehend, diejenigen Körper, welche er trifft durchdringt und dadurch ebenfalls leuchtend und für uns sichtbar macht. Wie die Wärme, so galt noch anfangs

Digitized by Google

des Jahrhunderts auch das Licht als ein Stoff. Die Verschiedenheit der Farben, so glaubte man, rühre von einer Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der Aethertheilchen her; die Reflexion des Lichtes sei analog dem Abprallen elastischer Körper und die Brechung erklärte man dadurch, daß die wägbaren Körpermoleküle auf die Lichttheilchen eine anziehende Kraft ausüben, welche, combinirt mit deren lebendiger Kraft, die Ablenkung des Lichtes bewirke. Die Undulationstheorie, als deren Schöpfer Huygens (1629—1695) anzusehen ist, lehrt, daß das Leuchten eines Körpers von einer äußerst raschen Oscillationsbewegung seiner Atome herrühre; die Fortpflanzung der Lichtstrahlen wird durch eine Wellenbewegung des Aethers vermittelt, welche durch die Schwingungen der Körperatome angeregt wird. Licht besteht demnach aus Schwingungen des Aethers. Zur richtigen Erkenntniß dieser Wahrheit mußte, wie schon erwähnt, mehr als ein Jahrhundert verfließen und wenn auch Huygens bereits 1690 nachwies, daß die Brechungs- und Reflexionsgesetze des Lichtes sich viel einwandsfreier mit Hilfe der Undulationslehre erklären ließen, worin er durch den berühmten Mathematiker Euler unterstützt wurde, so gelang es doch erst im letzten Jahrhundert den ausgezeichneten Arbeiten Youngs (1804), des Entdeckers der Interferenz des Lichtes, und den sich darauf stützenden epochemachenden Versuchen Fresnels (1820), die gewaltige Autorität Newtons zu brechen und der Undulationslehre den endgiltigen Sieg zu sichern. Die Existenz von Interferenzerscheinungen wies zuerst Maria Grimaldi um 1650 nach. Er ließ durch 2 feine, nahe bei einander stehende Oeffnungen Lichtstrahlen

Young, Thomas, geb. 13. 6. 1773 zu Milverton (Sommerset) widmete sich den Naturwiss. u. den orientalischen Sprachen, studirte dann Medizin in London und Edinburg, wurde Mitglied der Royal Society, ging 1795 nach Göttingen, wo er promovirte; lebte dann als Fellow in Cambridge, wurde praktischer Arzt in London und übernahm hier die Professur der Naturwissenschaften an der Royal Institution; gab sie 1804 wieder auf und widmete sich ganz der Arzneikunde; starb 10. 5. 1829. — Werke: A syllabus of a course of lectures on natural and experimental philosophy 1802; A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts 1807; Elementary illustrations of the celestial mechanics of Laplace 1821. — Literatur: Peacock & Leitch Miscellaneous works, mit Biographie, 3 Bde. 1855; Memoirs of life of Thomas Young 1831.

Fresnel, Augustin Jean, geb. 10. 5. 1788 zu Broglie bei Bernay im Depart. Eure, widmete sich dem Ingenieurfach, verlor als Royalist während der 100 Tage seine Stelle, später wieder als Ingenieur in Paris angestellt; seit 1823 Mitglied der Akad. d. Wissensch. in Paris und seit 1825 auch der Königl. Gesellsch. in London; starb 14. 7. 1827 zu Ville-d'Avray bei Paris. — Werke: Oeuvres complètes, 3 Bde., auf Kosten der franz. Regierung hgg. 1866—70. — Literatur: Biographie im 1. Bde. der „Sämmtlichen Werke Arago's“ übers. von Hankel, 1854.

in ein dunkles Zimmer eintreten, und fing sie auf einem Papierschirm in einer solchen Entfernung auf, daß die beiden Lichtkreise theilweise über einander fielen. Dabei beobachtete er denn, daß an den Grenzen der sich deckenden hellen Stellen ein dunkles Feld entstand. Die dunklen Linien verschwanden, sobald die eine Oeffnung zugehalten wurde, so daß nur durch die andere das Licht einfallen konnte. Es mußte demnach die Dunkelheit dadurch entstehen, daß auf vorhandenes Licht neues Licht auffiel. Grimaldis wichtige Entdeckung blieb längere Zeit unbeachtet. Erst Young nahm diesen Gegenstand wieder auf. Durch passende Abänderung des Grimaldischen Versuchs, indem er einen schmalen Körper durch mehrere Lichtstrahlen beleuchten ließ, fand er, daß zwei sehr nahe aneinander vorbeigehende Lichtstrahlen bei ihrem Zusammentreffen sich entweder verstärken oder aber auch in ihren Wirkungen sich aufheben und Dunkelheit erzeugen können. Er wies nach, daß die Ursache dieser Verschiedenheit in der Ungleichheit der Wege liegt, welche die Lichtstrahlen zu durchlaufen haben, je nachdem sie auf der einen oder anderen Seite des schmalen Körpers vorbeigehen und schloß daraus, daß Lichtstrahlen Wellenbewegungen sein müssen, die je nach der Differenz der durchlaufenen Wege bald mit gleichen, bald mit entgegengesetzten Schwingungszuständen ankommen, so daß sie sich gegenseitig bald verstärken, bald aufheben müssen. Diese gegenseitige Einwirkung der Lichtstrahlen bezeichnete Young mit dem Namen der Interferenz. Einen sehr wichtigen weiteren Beitrag für die Richtigkeit der Youngschen Annahme von der Wellentheorie des Lichtes lieferten die Interferenzerscheinungen, die Fresnel mit Hülfe zweier, unter einem sehr stumpfen Winkel gegen einander gekehrter, drehbarer Spiegel hervorrief. Er ließ das Bild eines leuchtenden Punktes von beiden auf einen passend aufgestellten Schirm reflektiren und konnte auch hierbei feststellen, daß sich helle und dunkle Bildstreifen hervorrufen lassen, wenn durch geeignete Vergrößerung oder Verkleinerung des Winkels die reflektirten Strahlen sich mit gleicher oder entgegengesetzter Schwingungsphase deckten. So war denn die Wellennatur des Lichtes bewiesen, und es war eine willkommene Bestätigung ihrer Richtigkeit, als Foucault 1854 durch Versuche nachwies, daß sich das Licht im Wasser mit geringerer Geschwindigkeit fortpflanze, als in der Luft, was auf Grundlage der Emissionstheorie nicht möglich sein konnte.

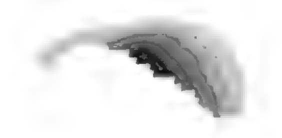
Auch eine Reihe anderer optischer Erscheinungen, deren Entdeckung in die ersten Decennien des 19. Jahrhunderts fiel, wie die im Jahre 1811 von Malus aufgefundene Polarisation und die Fluorescenzerscheinungen des Lichtes, auf die Brewster 1833 aufmerksam

Brewster, Sir David, geb. 11. 12. 1781 zu Jedburgh in Schottland, studirte in Edinburg Naturwissenschaften, wurde 1808 Mitglied der Königl. Gesellsch. d. Wissenschaften daselbst und später ihr Vicepräsident, übernahm 1808 die Redaction der Edinburgh Encyclopaedia, gründete 1819 in Gemeinschaft mit Jameson das Edinburgh Philosophical Journal, wurde 1859 Principal der Uni-

machte, wurden erst verständlich, als die Natur des Lichtes als eine Form der Wellenbewegung erkannt war. Auf diese, mehr theoretisches Interesse beanspruchenden Thatsachen soll hier des Näheren nicht eingegangen werden. Dagegen ist eine andere epochemachende Entdeckung im Gebiete der Optik nicht zu übergehen, die nicht nur in wissenschaftlicher Hinsicht einen bedeutsamen Fortschritt aufweist, sondern in ihren Consequenzen weit über das enge Gebiet, auf dem sie entstanden ist, hinausreicht und für die praktische Chemie ein außerordentlich wichtiges Hülfsmittel geworden ist. Ja, ihre Tragweite dehnt sich aus bis auf die Sternenwelt, über deren Zustand sie uns neue Aufschlüsse gegeben hat: Es ist die Spektralanalyse.

Es ist das unsterbliche Verdienst Newtons, zuerst gezeigt zu haben, daß das weiße Sonnenlicht kein einfaches Licht ist, sondern aus verschiedenen farbigen Strahlen sich zusammensetzt. Der einfache Versuch, der zu diesem Resultate führte bestand darin, daß Newton durch eine feine Oeffnung im Fensterladen eines dunklen Zimmers einen Bündel Sonnenstrahlen so einfallen ließ, daß sie auf ihrem Wege ein dreiseitiges Glasprisma passiren mußten. Stellte er nun hinter dem Prisma einen Lichtschirm auf, so entstand auf demselben ein langgezogener farbiger Streifen, der am oberen Ende mit Roth beginnt, am unteren mit Violett endigt. Dieses farbige Band heißt Sonnenspektrum und Newton unterschied in demselben, der Analogie mit der Tonleiter zu Liebe, die sieben Hauptfarben: Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau und Violett, zwischen denen aber scharfe Grenzen sich nicht ziehen lassen; vielmehr gehen die einzelnen Farben durch Zwischenfarben in einander über. Die Analogie des Farbenspektrums mit der Tonleiter ist in der That vorhanden. Denn wie die einzelnen Töne einer Oktave sich durch die Zahl ihrer Schwingungen von einander unterscheiden, so daß die Oktave die doppelte Zahl der des Grundtons aufweist, so unterscheiden sich auch die einzelnen Farben im Spektrum durch ihre verschiedenen Schwingungszahlen. Roth entsteht durch etwa 400 Billionen, Violett, die Oktave des Roth, durch 800 Billionen Aetherschwingungen in der Sekunde, die dazwischenliegenden Farben durch entsprechende Zwischenzahlen. Das Prisma nun lenkt jede Lichtschwingung in verschiedener Weise ab; Roth wird am wenigsten, Violett am stärken gebrochen. Demnach ist das weiße Sonnenlicht kein einfaches, homogenes, sondern aus vielen Farben zusammengesetztes, heterogenes Licht und das Prisma bietet das Mittel dar, einen Lichtbündel, der von der Sonne ausgeht, in seine Componenten gleichsam auseinanderzuziehen. Dagegen sind die einzelnen Farben innerhalb des Spektrums homogen. Auch das bewies

versität Edinburg und starb 10. 2. 1868 zu Allerly bei Melrose. — Werke: Letters on natural magic 1831 (Deutsch v. Wolf 1833); Treatise on optics (Deutsch v. Hartmann 1835); Life of Sir Isaac Newton 1832 (Deutsch v. Goldberg 1833); Martyrs of science 1841, 1869; Treatise on the Kaleidoscope 1819, 1857; — Literatur: Home life of Sir David B. 1881.



Newton, indem er an einer bestimmten Stelle des auf den Schirm geworfenen Spektrums, beispielsweise im grünen Theil, ein Loch bohrte, das hindurchfallende grüne Licht dann durch ein zweites Prisma gehen ließ und nun zeigte, daß durch letzteres das grüne Licht zwar von neuem abgelenkt wurde, aber doch grün blieb und nicht weiter zerlegt wurde. Ebenso zeigte Newton, daß sämmtliche Spektralfarben, wenn sie statt auf einen Schirm, auf eine Sammellinse fallen, sich jenseits derselben wieder zu einem ungefärbten, hellen Fleck vereinigen. Ein solches Spektrum, wie es das Sonnenlicht bietet, in welchem die Farbenskala in ununterbrochener Folge die verschiedenen Farbentöne zeigt, heißt ein fortlaufendes, continuirliches Spektrum. Dasselbe entsteht auch, wenn man das Licht einer Kerzenflamme, einer leuchtenden Gasflamme, überhaupt das Licht eines jeden bis zur Weißgluth erhitzten flüssigen oder festen Körpers durch das Prisma zerlegen läßt. Anders verhält es sich aber mit dem Lichte glühender Gase und Dämpfe. Eine Spur einer Natriumverbindung, z. B. des Kochsalzes, in die nichtleuchtende Flamme einer Spirituslampe oder des Bunsenschen Brenners gebracht, giebt der Flamme eine schon mit bloßem Auge sichtbare gelbe Färbung. Solches gelbe Licht, auf das Prisma geworfen, zeigt nun keine weitere Zerlegung, sondern bildet auf dem Schirm, im dunkeln Zimmer beobachtet, eine, höchstens bei stärkerer Zerstreuung zwei, sehr nahe beieinander stehende gelbe Linien, im Uebrigen ist der Schirm dunkel. Nimmt man statt des Natriumsalzes eine Verbindung des Kaliums, welche von einer nichtleuchtenden Flamme in Dampf verwandelt wird, so zerlegt diesen Kaliumdampf das Prisma in eine rothe und eine blaue Linie; Strontiumdampf, d. h. den Dampf einer Verbindung des Metalles Strontium, unter ähnlichen Umständen in mehrere rothe und eine blaue Linie. Kurz, das Spektrum eines glühenden Dampfes oder Gases ist kein continuirliches, sondern ein aus gewissen und zwar für das bestimmte Gas charakteristisch gefärbten, durch dunkle Zwischenräume getrennten Linien bestehendes, sogenanntes Streifenspektrum. Wie lassen sich diese Verschiedenheiten erklären? In jedem festen oder flüssigen Körper hängen die Atome mit einer gewissen, aber nicht überall gleichen Kohäsionskraft aneinander und werden in ihrer Lage festgehalten. Ein sie bewegender Impuls, wie ihn eine erhöhte Temperatur ausübt, wird daher nicht sämmtlichen Atomen gleichzeitig dieselbe Bewegungsgeschwindigkeit verleihen können; die zunächst getroffenen Atome schwingen stärker, als die weiter abliegenden. Kurz, sie schwingen mit ungleicher Geschwindigkeit, müssen daher gleichzeitig verschiedenfarbiges Licht aussenden; es ist daher nicht homogen und liefert deshalb ein vielfarbiges, continuirliches Spektrum. Bei den Luftarten dagegen sind die Moleküle relativ weit voneinander entfernt, so weit, daß sie nicht mehr aufeinander einwirken können und sind außerdem in fortschreitender Bewegung begriffen. Ein Bewegungsanstoß durch hohe Temperaturen wird daher die Moleküle selbst nicht in schwingende Bewegung versetzen kön-



nen. Dagegen können die Atome innerhalb des Moleküls allerdings in Schwingungen begriffen sein und diese auch bis zum Lichteindruck verstärken. Da aber die Zahl der Atome der Luftarten in einem gewissen Raume nicht so groß ist, wie bei festen oder flüssigen Körpern, und da die wenigen Atome in einem Molekül gegen einander nur wenig verschiedene Lagen innehaben, so können sie auch nur wenige Schwingungszahlen annehmen. Leuchtende Luftarten strahlen daher nur wenige Schwingungszahlen aus und geben ein Linien- oder Streifenspektrum. Von dieser Eigenschaft der leuchtenden Gase haben nun Bunsen und Kirchhoff in der von ihnen 1859 entdeckten Spektralanalyse eine weitgehende Nutzanwendung gemacht.

Die Thatsache, daß manche Körper, wie die Salze der Alkalimetalle (Kalium, Natrium, u. s. w.) und der Erdalkalimetalle (Barium, Strontium, Calcium), die nichtleuchtende Flamme in einer ihnen eigenthümlichen Weise färben, war schon seit längerer Zeit bekannt. Das Vorhandensein der betreffenden Verbindungen ließ sich demnach umgekehrt aus der Art der Färbung der Flamme erkennen, aber nur dann, wenn jede der Substanzen für sich allein verdampft wird, nicht aber mehrere zugleich, weil sonst die Farben sich vermischen oder einander verdecken. Wird dagegen von einer solchen Flamme, in der gleichzeitig mehrere Körper verdampfen, durch das Prisma ein Spektrum entworfen, so erkennt man in diesem die einzelnen Substanzen wieder durch die nunmehr auseinander gezogenen, ihnen eigenthümlichen farbigen Streifen. Denn jedes chemische Element giebt ein Spektrum, welches aus Streifen besteht, die nur diesem Element allein und keinem anderen zukommen und deren Lage im Spektrum außerdem stets unveränderlich dieselbe

Bunsen, Rob. Wilh., geb. 31. 3. 1811 zu Göttingen, studirte hier, in Paris, Berlin und Wien Naturwissenschaften, habilitirte sich 1833 in Göttingen, 1836 Professor der Chemie am Polytechnischen Institut in Kassel, 1838 außerord. Professor in Marburg, 1841 ebendort ordentlicher Professor, 1851 an die Universität Breslau berufen, 1852 nach Heidelberg; 1889 pensionirt, starb 1899. — Werke zusammen mit Kirchhoff: Chem. Analyse durch Spektral beobachtungen 1861; Descriptio hygrometrorum 1830; Eisenoxydhydrat, das Gegengift der arsenigen Säure (2. Aufl. 1837); Schreiben an Berzelius über die Reise nach Island 1846; Ueber eine volumetrische Methode von sehr allgemeiner Anwendbarkeit 1854; Gasometrische Methoden 1857, 1877; Anleitung zur Analyse der Aschen und Mineralwasser 1874.

Kirchhoff, Gust. Rob., geb. 12. 3. 1824 zu Königsberg, studirte hier Mathematik und Physik, habilitirte sich 1847 in Berlin, 1850 außerord. Professor in Breslau, 1854 Ordinarius in Heidelberg und 1875 in Berlin; Mitglied der Akad. der Wissensch. daselbst, starb hier 17. 10. 1887. — Werke: Untersuchungen über das Sonnenspektrum und die Spektren der chem. Elemente (Separatabdr. aus Abhandl. d. Berliner Akad.) 1861—63; Gesammelte Abhandlungen 1882 (Nachtrag, hgg. von Boltzmann, 1891); Vorlesungen über mathematische Physik. 4 Bde. 1876—94 .— Literatur: Boltzmann, Gust. Rob. K. 1888.

bleibt. Die Erkennung der Körper vermittelst ihrer Spektra heißt Spektralanalyse. Das Instrument, welches Bunsen und Kirchhoff zu solchen Beobachtungen construirten, heißt Spektroskop. Dasselbe besteht aus einem Glasprisma, das auf einem Eisengestell ruht. Eine gegen die eine Fläche des Prismas gekehrte Metallröhre ist an ihrem äußeren Ende mit einem verstellbaren, lothrechten Spalt versehen, vor welchen die zu untersuchende Lichtquelle gebracht wird. Die eintretenden Lichtstrahlen werden durch eine Sammellinse innerhalb der Röhre auf das Prisma gelenkt und die gebrochenen Strahlen, das Spektrum, durch ein gegen die andere Seite des Prismas gerichtetes Fernrohr beobachtet. Vermittelst einer besonderen Vorrichtung kann man auch 2 verschiedene Spektra zu gleicher Zeit ins Gesichtsfeld bringen, um die Lage der verschiedenen Linien genau zu vergleichen.

Die Vorzüge dieser spektralanalytischen Methode zur Untersuchung der Körper beruhen nicht allein auf Einfachheit und Leichtigkeit in der Ausführung, sondern vor allem auch auf der außerordentlichen Empfindlichkeit derselben. Die gelbe Natriumlinie z. B. entsteht selbst dann noch, wenn nicht mehr als ein Dreimillionstel Milligramm eines Natriumsalzes in der Flamme verdampft wird, so daß es nicht Wunder nehmen kann, wenn bei jeder Spektraluntersuchung die betreffende Linie erscheint. Bedenkt man, daß 2 Drittel der Erdoberfläche von salzigem Wasser bedeckt sind, welches, unaufhörlich verdunstend, zahllose kleine Salztheilchen überallhin durch die Atmosphäre verstreut, so erscheint es erkärlich, daß jedes Sonnenstäubchen ein Träger minimaler Salzpartikelchen ist. Aehnlich verhalten sich andere Elemente, die, weil sie nur in geringen Mengen vorkommen, so daß sie der chemischen Analyse bisher entgangen waren, nunmehr mit Hülfe des Spektroskopes entdeckt wurden. So fand Bunsen auf diese Weise im Wasser der Dürkheimer Saline ein neues, durch 2 charakteristische b l a u e Linien gekennzeichnetes Element, das er darum Caesium nannte, und im Rubinglimmer ein Metall, dessen Spektrum besonders durch 2 dunkelrothe und 2 hellrothe Streifen sich auszeichnete und das Rubidium getauft wurde. Crookes stellte aus dem Schlamme der Bleikammern der Freiberger Schwefelsäurefabriken das durch eine grüne Linie gut charakterisirte neue Metall Thallium dar, und Reich und Richter fanden in der Freiberger Zinkblende das bis dahin unbekannte Indium. Das früher nur in wenigen seltenen Mineralien nachgewiesene Lithion erkannte die Spektralanalyse als weit verbreitetes Element nicht nur in vielen Mineralien, sondern auch im Meeres- und Flußwasser, im Taback und anderen Pflanzen, in der Milch der Säugethiere und im menschlichen Blute.

Zur Herstellung der Spektra der sogenannten Schwermetalle genügt aber die Flamme des gewöhnlichen Bunsenschen Brenners nicht. Man benutzt dann die weit höheren Temperaturen des elektrischen Flammenbogens, indem man zwischen Elektroden aus dem betreffenden Metall die Funken überschlagen läßt, wodurch kleine Mengen des Metalls sich verflüchtigen. Manche der so erhaltenen Metall-

spektren sind außerordentlich reich an Linien: für Eisen z. B. sind deren 450 festgestellt worden.

Die Spektren von Gasen werden mit Hülfe von Geißlerschen Röhren erzeugt. Sie enthalten das Gas in starker Verdünnung und leuchten in dem diesem eigenthümlichen Lichte, wenn elektrische Ströme durch dasselbe hindurchgehen. Wasserstoff leuchtet dabei mit rothem Licht; sein Spektrum besteht aus einer rothen, blauen und grünen Linie. Stickstoff leuchtet violett und giebt ein aus zahlreichen Linien und Streifen, sogenannten „Banden" bestehendes Spektrum. Auf diese Weise wurden auch die in jüngster Zeit in der Atmosphäre entdeckten Gase, wie Argon, Helium u. A. untersucht und durch ihre Spektren als besondere Stoffe erkannt.

Eine wichtige Entdeckung, durch welche der Spektralanalyse sich ein noch bei weitem ausgedehnteres Forschungsgebiet erschloß, geschah im Jahre 1814 durch den Münchener Optiker Joseph Fraunhofer. Das Sonnenspektrum zeigt bekanntlich die Farbenreihe in ununterbrochener Folge, es ist ein continuirliches. Schon Wollaston beobachtete aber im Jahre 1802, daß das Farbenband durch einzelne dunkle Linien unterbrochen wurde. Fraunhofer gelang unabhängig von diesem Forscher dieselbe Entdeckung. Er konnte bereits 500 solcher dunklen Linien im Sonnenspektrum feststellen, welche unregelmäßig durch das Farbenbild zerstreut, mehr oder weniger scharf begrenzt und von verschiedener Schwärze sind, aber immer auf die gleiche Weise und genau an derselben Stelle des Spektrums auftreten. Heute kennt man mehr als 3000 solcher Fraunhoferschen Linien. Gustav Kirchhoff war es, dessen scharfsinnige Untersuchungen die Ursache dieser Erscheinung aufdeckten.

Ein glühender fester oder flüssiger Körper, wie eine leuchtende Kerzenflamme oder ein weißglühendes geschmolzenes Metall giebt ein ununterbrochenes, gefärbtes Spektrum; ein zum Glühen erhitztes Gas dagegen ein aus einzelnen farbigen Streifen bestehendes. Combinirt man aber die beiden Lichtquellen in der Weise, daß man das Licht eines weißglühenden Körpers durch das eines glühenden Gases

Geißler, Heinr., geb. 26. 5. 1814 zu Igelshieb in Sachsen-Meiningen, Glasbläser in München, 8 Jahre in Holland, 1854 in Bonn, wo er eine Werkstatt für chemisch-physikalische Apparate gründete; 1868 Ehrendoktor d. Universität Bonn; starb daselbst 24. 1. 1879.

Fraunhofer, Jos. von, geb. 6. 3. 1787 zu Straubing, kam, 12 Jahre alt, zu einem Glasschleifer nach München in die Lehre, beschäftigte sich mit mathematischen und optischen Werken, wurde 1806 Optiker in einem Privatinstitut, gründete selbst 1809 zu Benediktbeuern eine optische Anstalt, die 1819 nach München verlegt wurde; 1817 Mitglied der Akad. d. Wissensch., 1823 Konservator des physikalischen Kabinetts; 1824 in den Adelstand erhoben, starb 7. 6. 1826 in München. — Literatur: S. Merz, Das Leben und Wirken F.'s 1865; Utzschneider, Astronomische Nachrichten; Jolly, Rede, 1866; Voit, Joseph v. F. 1887.

hindurchfallen läßt, so verschwinden im Spektrum des letzteren die farbigen Streifen, sie treten als dunkle Linien im fortlaufenden Spektrum auf. Leitet man beispielsweise weißes Licht, wie das durch glühende Kreide erzeugte Drummond'sche Kalklicht durch die gelbe Natriumflamme eines Bunsenbrenners, so erscheint in dem Spektrum des weißen Lichtes eine dunkle Linie, die ihrer Stellung nach genau der gelben Natriumlinie entspricht; dieselbe ist, wie man sich ausdrückt, umgekehrt geworden. In der angedeuteten Weise lassen sich die umgekehrten Spektren aller Elemente erhalten.

Die Erklärung, welche Kirchhoff für diese Thatsache gab und aus der Undulationstheorie des Lichtes ableitete gipfelt in dem Satze, daß jeder gasförmige Körper diejenigen Lichtstrahlen absorbirt, welche er selbst aussendet. Die gelbe Flamme des Natriumdampfes, um bei dem vorigen Beispiel zu bleiben, hat alle die Lichtstrahlen, die das weiße Licht hindurchschickte zurückgehalten, welche sie selbst ausgiebt; das helle, gelbe Spektrum wird daher an dieser Stelle abgeschwächt, es zeigt sich ein Schatten. Ein solches mit dunklen Linien durchsetztes Spektrum nennt man daher auch Absorptionsspektrum.

Aus der Zahl, der Stellung und der Intensität der Fraunhoferschen Linien im Absorptionsspektrum eines Gases läßt sich nun auch sofort nach der Kirchhoffschen Erklärung der Schluß ziehen auf die Natur der in dem Gase vorhandenen Elemente. Denn es ist klar, daß in demselben alle diejenigen Metalle im gasförmigen Zustande enthalten sein müssen, für welche an Stelle der ihnen zukommenden farbigen Streifen dunkle Linien auftreten. Damit ist eine ausreichende Erklärung des Sonnenspektrums gegeben. Wir müssen uns die Sonne vorstellen als aus einem festen oder flüssigen leuchtenden Kern bestehend, den glühende Gase und Dämpfe umhüllen. Das fortlaufende Spektrum rührt von dem weißleuchtenden Kern, die Absorptionslinien rühren von den in der Gashülle, der Sonnenatmosphäre, befindlichen schwächer leuchtenden Gasen her. Vergleicht man mit einem genauen Spektralapparate, welcher starke Vergrößerung zuläßt, die Fraunhoferschen Linien des Sonnenspektrums mit den bekannten Spektrallinien der verschiedenen Elemente, so ergiebt sich als Resultat, daß ein großer Theil der irdischen Elemente auch in der Sonnenatmosphäre enthalten ist. Sie ist besonders reich an Wasserstoff, Natrium- und Eisenverbindungen. Eisendampf und Wasserstoff scheinen die Hauptbestandtheile der Sonnenhülle zu sein, wie Stickstoff und Sauerstoff die der irdischen Atmosphäre. Außerdem hat man in ihr aufgefunden die Metalle Magnesium, Calcium, Chrom, Nickel, Barium, Kupfer und Zink. Von den uns bekannten Urstoffen finden sich nach Rowland 34 sicher auch in der Sonnenhülle, 15 sind nach den bisherigen Untersuchungen nicht darin enthalten; das Vorkommen der übrigen — man kennt gegen 80 Elemente — ist noch zweifelhaft. Das Helium, welches erst 1895 auf der Erdoberfläche gefunden wurde, war durch die Spektralanalyse schon seit 1868 in der Leuchthülle der Sonne entdeckt worden.

Natürlich mußte in den Forschern das Verlangen auftreten, die Atmosphäre der Sonne nicht bloß in der angedeuteten Weise zu erschließen, sondern selbst zu sehen. Dazu mußten die Sonnenfinsternisse eine geeignete Gelegenheit bieten; denn bei gewöhnlichem Sonnenschein war der Glanz der Sonne zu hell, um die schwächer leuchtende Hülle sichtbar zu machen. In der That gelang es, bei passender Gelegenheit, einen Lichtring um die dunkle Mondscheibe wahrzunehmen, als diese den Sonnenkörper bedeckte. Man nannte ihn die Corona der Sonne und beobachtete außerdem in diesem Lichtkranze nicht selten berg- und wolkenartige, rosenfarbige Hervorragungen, denen man den Namen Protuberanzen gab. Bei der großen, mehrere Minuten dauernden, totalen Sonnenfinsterniß von 1868 richtete man nun die Spektralapparate auf die Protuberanzen und fand, daß sie fast ausschließlich aus Wasserstoff, Natrium-, Magnesium- und Eisendämpfen bestehen. Jetzt hat man auch eine Methode gefunden, das Spektrum der Sonnenprotuberanzen bei gewöhnlichem Sonnenscheine zu beobachten. Durch zahlreiche Untersuchungen, die seitdem angestellt worden, ist man zu der Ueberzeugung gelangt, daß die Protuberanzen glühende Gasausbrüche sind, welche von Stürmen lebhaft bewegt, oft in Stunden ihre Gestalten ändern. Sie erheben sich aus einer gleichfarbigen, lebhaft bewegten Hülle, Chromosphäre genannt, die den Sonnenkörper rings in einer Höhe von Hunderten von Kilometern umgiebt, aus welcher sie zu ebenso vielen Tausenden von Kilometern Höhe in den Weltenraum hinein aufsteigen.

Nicht minder lehrreich sind die Ergebnisse, welche man mit Hülfe der Spektralanalyse über die Natur und Zusammensetzung der übrigen Fixsterne gewonnen hat. Im Allgemeinen sind sie ähnlich gebaut wie die Sonne; sie haben Absorptionsspektra, sind also ebenfalls weißglühende Körper mit einer Gashülle. Indessen beobachtete man doch gewisse Verschiedenheiten in den Spektren, welche bewiesen, daß die verschiedenen Sonnen verschieden hohe Temperatur, bald höher, bald niedriger als die Sonne besitzen und daß demnach die verschiedensten Stadien zwischen dem weißglühenden Gasball und dem dunkeln, kalten, erstarrten Weltkörper existiren. Zu den Gebilden der Fixsternwelt werden auch die Nebel oder Nebelflecke gerechnet, deren Zahl mehrere Tausende beträgt und welche als teleskopisch schwache Lichtwölkchen von den verschiedensten, oft seltsamsten Formen auftreten. Die Astronomen bringen sie in zwei Gruppen. Die einen lösen sich bei starker Vergrößerung, gerade wie die Milchstraße, in einzelne Sternhaufen auf; die andern, welche man planetarische Nebel nennt, lassen nichts Ungleichartiges in sich erkennen. Wie die Spektralanalyse nachgewiesen, sind die ersteren Sonnen im gewöhnlichen Sinne, denn sie zeigen ein continuirliches Spektrum; die letzteren dagegen müssen aus gasförmiger, glühender Materie bestehen, denn sie zeigen ein Streifenspektrum, zumeist Linien des Wasserstoffs und Stickstoffs. Sie befinden sich demnach in demselben Zustand, in dem nach der allgemein angenommenen Ansicht unser Sonnensystem



sich einmal befunden haben muß. Man kann sie als „werdende Welten“ bezeichnen. Uebrigens hat man bei dem großen Nebel im Schwertgriff des Orion, der aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, die Condensation zu Sternen im Laufe der Zeiten beobachten können.

Das Spektrum des Mondlichtes stimmt vollkommen mit dem des Sonnenlichtes überein. Hätte der Mond die Spur einer Atmosphäre, so müßte dieselbe Strahlen des durch sie gegangenen Sonnenlichtes absorbieren; es müßten dann entweder neue Absorptionslinien im Spektrum des Mondlichtes sichtbar werden, oder wenigstens schon vorhandene dunkle Linien des Sonnenspektrums verstärkt erscheinen. Beides ist aber nicht der Fall. Die Spektralanalyse bestätigt demnach die Annahme der Astronomen, daß der Mond keine Atmosphäre habe. Dagegen treten in den Spektren der Venus, des Mars, Jupiter und Saturn außer den Absorptionslinien des Sonnenspektrums noch neue Streifen auf, denen ähnlich, welche das Sonnenspektrum bei niedrigem Sonnenstande und dunstreicher Atmosphäre besitzt und die, wie man annimmt, durch den Wasserdampf der Luft entstehen. Für jene Planeten muß demnach ebenfalls eine dunstreiche Atmosphäre angenommen werden. Ganz verschieden aber vom Sonnenspektrum ist dasjenige des Uranus und des Neptun. Dunkelroth, Orange und Gelb fehlen gänzlich; im Grün und im Blaugrün stehen zwei breite, tiefschwarze Streifen und das Violett ist nahezu ausgelöscht. Man hat aus diesem eigenthümlich abweichenden Spektrum geschlossen, daß das Licht jener Planeten gar nicht von der Sonne herrührt, daß sie vielmehr noch selbstleuchtende Körper sind.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Spektralanalyse nicht nur über die Natur und Zusammensetzung der Himmelskörper orientirt, sie vermag auch über gewisse Fragen nach ihrer Bewegung oder Ortsveränderung Auskunft zu geben. Wenn nämlich ein Stern sich von uns entfernt, so nimmt nach einem von Doppler gefundenen Gesetze, die Schwingungszahl einzelner Strahlen von leuchtenden oder absorbirenden Gasen des Sternes ab; sie werden dann durch das Prisma des Spektroskopes weniger gebrochen, ihre leuchtenden oder dunkeln Spektrallinien werden nach Roth hin verschoben; dagegen erfahren diese Linien eine Verschiebung nach dem violetten Theile des Spektrums, wenn sich der Stern nach uns zu bewegt. Diese Verschiebungen sind zwar selbst für Geschwindigkeiten von mehreren Kilometern in der Sekunde sehr gering, sie können aber durch sorgfältige photographische Aufnahmen des Spektrums der Lichtquelle erkannt werden. Wenn nun ein Planet sich um seine Achse dreht, so bewegt sich im Allgemeinen die leuchtende Materie von einem Rande auf den Beobachter zu, während sie sich vom anderen Rande von ihm entfernt. Gelingt es daher, von diesen beiden Rändern gesonderte Spektralphotographien zu erhalten, so läßt die Lage der Linien auf beiden Photographien ein Urtheil über die Geschwindigkeit der Bewegung und daher über die Umdrehungsdauer zu. Die Aufnahme solcher Spektralphotographien ist allerdins höchst schwierig, ist aber vor kurzem dem

Astronomen Belopolsky auf der Sternwarte Pulkowo bei Petersburg bezüglich der Venus geglückt, deren Rotationsdauer er auf etwa 24 Stunden bestimmte. Damit ist eine Frage entschieden, an deren genaue Lösung die Astronomen seit nahezu 200 Jahren gearbeitet haben.

So hat sich denn die Spektralanalyse in der kurzen Zeit, seitdem sie ein besonderer Zweig der Forschungsmethode geworden ist, zu einem wissenschaftlichen Hülfsmittel allerersten Ranges entwickelt. Wir sind berechtigt, im Verfolg ihrer fortschreitenden Ausbildung, die Lösung noch mancher dunkler Probleme durch sie zu erhoffen und stehen nicht an, sie den epochemachendsten Entdeckungen des Jahrhunderts als ebenbürtig an die Seite zu stellen.

Zwei Erfindungen von großem praktischen Interesse, welche in das letzte Jahrhundert fallen, sind das von Wheatstone zuerst entworfene *Stereoskop* und der *Augenspiegel* von Helmholtz. Der erstere, in der jetzt allgemein bekannten Form von Brewster verbesserte Apparat bezweckt das körperliche Sehen von in der Ebene liegenden Gegenständen, also von bildlichen Darstellungen. Die uns umgebenden Dinge sehen wir in ihrer natürlichen Form als Körper darum, weil wir 2 Augen haben und die auf der Netzhaut eines jeden entstehenden beiden Bilder des gesehenen Gegenstandes miteinander verbinden. Diese beiden Bilder sind nicht ganz genau gleich, wovon man durch einen einfachen Versuch sich überzeugen kann. Hält man nämlich die ausgestreckte rechte Hand so, daß der Daumen dem Gesichte zugekehrt ist, so sieht man, wenn man abwechselnd das rechte und linke Auge öffnet und schließt, mit dem rechten Auge mehr vom Rücken der Hand, mit dem linken mehr von der Fläche und ähnlich ist es, so oft man Körper anblickt, deren verschiedene Theile verschiedene Entfernung von den Augen haben. Wenn man aber eine Hand in der eben geschilderten Lage in einem Gemälde dargestellt sähe, so würde das rechte wie das linke Auge genau dieselbe Darstellung sehen, das eine genau ebensoviel wie das andere vom Rücken, wie von der Fläche der Hand. Im Stereoskop nun sind 2 Bilder desselben Gegenstandes, jedes so dargestellt wie es jedes einzelne Auge für sich sehen würde, an der Rückwand des Kastens angebracht, einem Linsenpaare gegenüber, das durch seine Brechung beide Bilder auf einen Punkt vereinigt. Betrachtet man nun mit beiden Augen jenen Punkt, so entsteht die Täuschung des körperlichen Sehens der dargestellten Objekte. Sind zwei Bilder absolut einander gleich, so erscheinen sie auch im Stereoskop nur als ein Bild, unkörperlich und flächenhaft. Dove hat davon eine sehr sinnreiche Anwendung zur Unterscheidung des echten von falschem Papiergeld gemacht. Zwei solche Scheine durch das Stereoskop betrachtet, sind echt, wenn in dem gemeinsamen Bilde alle Schriftzüge in gleicher Ebene erscheinen.

Der Helmholtz'sche *Augenspiegel*, der bei Augenuntersuchungen jetzt eine wichtige Rolle spielt, beruht auf denselben Umständen, welche die Dunkelheit der Pupille und das Augenleuchten er-

Digitized by Google

klären. Die Pupille normaler Augen erscheint schwarz, weil durch die vordere weiße Sehnenhaut und die darunter liegende, mit dunklem Pigment, dem Sehpurpur, bedeckte und dadurch undurchsichtige Aderhaut kein seitliches Licht eindringen kann und weil die eintretenden Lichtstrahlen nur auf demselben Wege auf ihren Ausgangspunkt zurückkehren, nicht aber in ein seitlich beobachtendes Auge gelangen können. Fehlt aber der Aderhaut der Sehpurpur, wie das bei Albinos der Fall ist, so erscheint die Pupille roth, weil das seitlich einfallende Licht die ganze Netzhaut erleuchten kann. Aehnlich zeigen Hunde, Katzen und andere Thiere welche im Hintergrunde des Auges eine pigmentlose, spiegelnde Stelle, das sogenannte Tapetum haben, bei halbdunkler Beleuchtung einen hellen Lichtkreis im Auge. Man nennt diese Erscheinung das Augenleuchten. Es läßt sich dasselbe auch bei normalen Augen hervorrufen, wenn man in einiger Entfernung vom Auge eine leuchtende Flamme aufstellt, während das Auge nach seitwärts blickt. Auch dann entsteht ein größerer, leuchtender Kreis auf der Netzhaut, ein sogenannter Zerstreuungskreis. Helmholtz erreichte nun das künstliche Augenleuchten dadurch, daß er nicht das direkte Flammenlicht, sondern das von einem Spiegel reflektirte Licht in das Auge warf, während der Beobachter durch den Spiegel hindurch, der zu dem Zweck auf der Rückseite eine kleine Oeffnung hat, in das Auge hineinsieht. Störungen auf der Netzhaut lassen sich dadurch leicht erkennen.

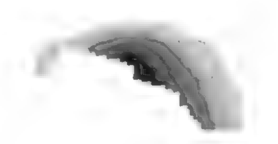
Ueberhaupt erfuhr die Optik des Auges durch Helmholtz eine umgestaltende Revision, die in seinem klassischen Werke „Physiologische Optik“ dargestellt ist. Er erklärt in demselben sämmtliche Erscheinungen des Auges und weckt zur Erklärung der Farbenempfindung die von Thomas Young schon im Anfange des Jahrhunderts aufgestellte, dann wieder völlig vergessene Farbenperceptionstheorie wieder auf. Thomas Young setzt voraus, daß es im Auge dreierlei Arten von Nervenfasern gebe, von denen die einen, wenn sie in irgend einer Weise gereizt werden, die Empfindung des Roth hervorbringen, die zweiten die Empfindung des Grün, die dritten die des Violett. Er nimmt weiter an, daß die ersteren durch leuchtende Aetherschwingungen von größerer Wellenlänge verhältnißmäßig am stärksten erregt werden, die grünempfindenden durch Wellen mittlerer Länge, die violettempfindenden durch das Licht kleinster Wellenlänge. So würde am rothen Ende des Spektrums die Erregung der rothempfindenden Strahlen überwiegen, und eben daher dieser Theil uns roth erscheinen; weiterhin würde sich eine merkliche Erregung der grünempfindenden Nerven hinzugesellen und dadurch die gemischte Empfindung des Gelb entstehen. In der Mitte des Spektrums würde die Erregung der grünempfindenden Nerven die der beiden anderen stark überwiegen, daher die Empfindung des Grün herrschen. Wo diese sich dagegen mit der des Violett mischt, entsteht Blau; am brechbarsten Ende des Spektrums überwiegt die Empfindung des Violett. Es ist diese Annahme eigentlich weiter nichts als eine noch weitere

Specialisirung des Gesetzes von den specifischen Sinnesenergien, das in der Physiologie schon lange gegolten und das aussagt, daß jeder Nerv auf einen erhaltenen Reiz hin nur eine ganz bestimmte Sinnesempfindung im Gehirn auszulösen vermag, so der Hörnerv nur Tonempfindungen, der Sehnerv nur Lichtempfindungen, gleichgültig, ob der Reiz von Schall- oder Lichtwellen, von Wärmeschwingungen, mechanischen oder elektrischen Stößen u. s. w. ausgeht. Die Youngsche Hypothese setzt demnach voraus, daß die Verschiedenheit der Farbenempfindung nur darauf beruht, ob die eine oder andere Nervenart relativ stärker affizirt wird. Gleichmäßige Erregung aller drei Nervenarten giebt die Empfindung von Weiß. Die Erscheinung der Farbenblindheit ist darauf zurückzuführen, daß die eine oder andere Art der Nerven nicht erregungsfähig ist.

Im Anschluß an die auf den letzten Seiten entwickelten Anschauungen, welche heute über das Wesen der Farben bei den Physikern herrschen, sei zuletzt noch einer mehr praktischen Erfindung des Jahrhunderts gedacht, der Entwickelung der Photographie.

Bereits zu Anfang des Jahrhunderts machte Wedgwood den Versuch, die zersetzende Einwirkung des Lichtes auf Silbersalze zur Darstellung von Lichtbildern zu benutzen. Er setzte ein mit Höllensteinlösung (salpetersaures Silber) getränktes Papier der Bestrahlung in der Camera obscura aus, erhielt aber wegen der zu langsamen Zersetzung dieses Salzes keine deutlichen Bilder und gab seine Versuche nach dieser Richtung hin auf. Davy wandte statt des salpetersauren Salzes das weit empfindlichere Chlorsilber an, womit es ihm gelang, die Bilder des Sonnenmikroskops zu fixiren. Allein er sowohl, wie sein Vorgänger vermochten nicht, das unzersetzte Silbersalz vor der ferneren Einwirkung des Lichtes zu schützen. Die Bilder durften nur bei Lampenlicht betrachtet werden und wurden nach und nach gleichförmig schwarz. Das Bemühen der Chemiker ging daher vor allem dahin, eine Substanz aufzufinden, welche das unveränderte Chlorsilber auflöste, das zersetzte aber nicht angriffe. Mit diesen Bemühungen hatte den ersten Erfog Joseph Nicephore Niepce, der sich seit dem Jahre 1814 mit der Erzeugung photographischer Bilder beschäftigte. Er entdeckte, daß eine Auflösung von Asphalt in Lavendelöl einen lichtempfindlichen Firniß liefert, der soweit er vom Licht getroffen wird, ausbleicht, sonst aber dunkel bleibt und ferner, was noch wichtiger war, daß der vom Licht veränderte Asphalt seine Löslichkeit in einer Mischung von Steinöl und Lavendelöl verliert. Indem er nun Metallplatten, die mit dem lichtempfindlichen Firniß bestrichen waren, mit der Bildseite eines durch Firniß

Niepce, Joseph Nicephore, geb. 7. 3. 1865 zu Châlons-sur-Saône, erst Kavallerieoffizier in der französischen Armee, widmete sich später als Privatmann ganz der Ausbildung und Vervollkommnung seiner Erfindungen in der Photographie und starb, an dem Erfolge seiner Bestrebungen verzweifelnd, am 5. 7. 1833 auf seinem Landgute Gras bei Châlons.



durchscheinend gemachten Kupferstiches bedeckte, konnte er, nachdem er das Ganze den Sonnenstrahlen ausgesetzt hatte, auf dem Metall ein Bild des Originals erhalten und zwar gleich ein positives, d. h. ein solches, in dem Licht und Schatten naturgemäß vertheilt waren. Wurde nun die exponirte Platte mit der von ihm gefundenen Oelmischung behandelt, so löste sich der nicht vom Licht getroffene Asphalt auf, während die gebleichten Stellen ungelöst blieben. An den Schattenstellen wurde daher das Metall bloß gelegt und somit das Bild fixirt. Mit Hülfe von Säuren, die das freigelegte Metall ätzten, war es dann möglich, für den Druck geeignete Kupferplatten zu gewinnen. Der weitere Versuch, diese Methode auch zur Fixirung der Bilder der Camera obscura anzuwenden, mißlang jedoch wegen der zu geringen Lichtempfindlichkeit der Asphaltschicht. Niepce trat nun 1826 mit Daguerre in Verbindung, dem es glückte, die Empfindlichkeit der Platte bedeutend zu steigern und der schließlich 1838 eine Methode erfand, welche die Erzeugung eines deutlichen und scharfen Camerabildes auf wenige Minuten beschränkte und die fernere Einwirkung des Lichtes vollständig aufhob. Er überzog eine Silberplatte oder eine versilberte Kupferplatte mit einer dünnen Schicht Jodsilber, indem er sie eine Zeit lang bei gewöhnlicher Temperatur Joddämpfen aussetzte, und ließ alsdann das durch die Linse der Camera einfallende Licht auf sie wirken. Die Exposition wurde unterbrochen, bevor noch ein sichtbares Bild auf der Platte erschien. Sie erforderte je nach Helligkeit und Farbe des Tageslichtes 3 bis 30 Minuten. Die Hervorrufung des Bildes geschah dadurch, daß er die exponirte Platte den Dämpfen von erwärmtem Quecksilber aussetzte. Dadurch bildete sich ein Silberamalgam, das an den silberreichen, stärker zersetzten Stellen heller wurde, als an den schwächer zersetzten, sodaß hierdurch ein positives Bild entstand mit richtig vertheilten Abstufungen von Licht und Schatten. Die Fixirung des Bildes, d. h. die Entfernung des unzersetzten Silbersalzes bewirkte Daguerre bereits durch eine Lösung von unterschwefligsaurem Natrium, worin, wie Herschel 1839 entdeckte, das Jodsilber leicht löslich ist. Die so erzeugten „Quecksilberhautbilder“ oder „Daguerreotypieen“ erregten ihrer Zeit das größte Aufsehen, besonders nachdem durch Fizeau und Claudet noch einige Verbesserungen des Verfahrens gefunden waren, das fast ein Jahrzehnt hindurch die vorherrschend angewandte Methode der Photographie blieb. Leider zeigten die Bilder manche Nachtheile. Abgesehen davon, daß sie abwischbar waren und

Daguerre, Louis Jacques Mandé, geb. 18. 11. 1787 zu Cormeilles (Depart. Seine-et-Oise), erst Steuerbeamter, dann Dekorationsmaler in Paris, Erfinder des Diorama, starb reich und geehrt am 10. 7. 1851 zu Petit-Brie bei Paris. — Hauptschriften: Histoire et description des procédés du daguerreotype et du diorama 1839; Nouveau moyen de préparer la couche sensible des plaques destinées à recevoir les images photographiques 1844.

daher unter Glas und Rahmen aufbewahrt werden mußten, gaben sie nur dann ein richtiges Bild, wenn die Metallfläche so betrachtet wurde, daß sie nicht reflektirte. Bei einer Spiegelung des Silberbelags erschien das Bild negativ. Ueberdies gaben die Bilder den Gegenstand mit vertauschten Seiten wieder, wie im Spiegel, und endlich war das Material der Daguerreotypplatten viel zu kostbar, um ausgedehnte Anwendung zuzulassen. Viele dieser Nachtheile wurden beseitigt durch Fox Talbot, der, fast um die gleiche Zeit wie Daguerre, eine Methode bekannt machte, die Bilder der dunklen Kammer auf Chlorsilberpapier zu fixiren. Die ersten so hergestellten Bilder zeigten indessen wegen der Rauhigkeit, die jedes Papier besitzt, nicht die Schärfe der Daguerreschen Bilder. Erst als 1847 Niepce de St. Victor, der Neffe des älteren Niepce, für die Erzeugung der Negativbilder eine mit Eiweiß überzogene Glasplatte benutzte, gelang es, tadellose Bilder zu erhalten, von denen in beliebiger Zahl positive Copien auf Papier genommen werden konnten. Nunmehr erfolgten in schneller Folge zahlreiche Verbesserungen in der Methode des Photographirens, sowohl in Bezug auf die Herstellung lichtempfindlicher Platten, als auch der zur Entwickelung der Bilder dienenden Chemikalien. Es ist bekannt, welche kurze Expositionszeit, die Bruchtheile von Sekunden darstellt, heute genügt, um Bilder von vollendeter Schärfe zu erhalten und in einer Ausführung, die ihnen den Rang von Kunstwerken sichert.

Die großartige Entwickelung der Photographie seit dem Anfange der Fünfziger Jahre bietet das außerordentliche, in der Geschichte der wissenschaftlichen Technik einzig dastehende Schauspiel des einmüthigsten Zusammenwirkens einer kaum übersehbaren Zahl von Kräften. Gelehrte und Künstler, Fachmänner und Dilettanten stellen mit dem lebhaftesten Eifer unzählige Reihen von Versuchen an; jeder Vorschlag wird in der umfassendsten Weise experimentell geprüft, die gewonnenen Erfahrungen ausgetauscht und in einer überreichen Literatur niedergelegt. Nur aus diesem einmüthigen Zusammenwirken von Theorie und Praxis in einem früher nie dagewesenen Umfang ist der beispiellose Erfolg der Photographie zu erklären. Freilich ein Ziel, das schönste und letzte, hat auch die moderne photographische Kunst noch nicht erreicht: die Wiedergabe der Bilder in ihren natürlichen Farben. Dahin gerichtete Bestrebungen reichen bis in die ersten Zeiten photographischer Versuche. Den wichtigsten Fortschritt in dieser Beziehung brachten die von Becquerel seit

Niepce, Abel de Saint-Victor, geb. 26. 7. 1805 zu St. Cyr bei Châlons s. S., von 1845—1848 Lieutenant in der Pariser Municipalgarde, dann Kapitän in einem Dragonerregiment, von 1854 ab zweiter Kommandant des Louvre, starb in sehr dürftigen Verhältnissen 7. 4. 1870. — Hauptwerk: Traité pratique de gravure héliographique 1856.

Becquerel, Alexandre Edmond, geb. 24. 3. 1820 zu Paris, zuerst Assistent am naturwissenschaftlichen Museum, seit 1853 Professor der Physik

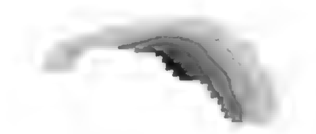
1848 besonders im Anschluß an frühere Beobachtungen von Seebeck und Herschel angestellten Versuche. Er erzeugte eine weißliche Chlorsilberschicht indem er eine Silberplatte in verdünnte Salzsäure eintauchte und mit dem positiven Pol einer galvanischen Kette in Verbindung brachte. Am negativen Pol war ein Platindraht befestigt und wurde in einiger Entfernung von der Silberplatte hin und her geführt. Auf diese Weise wurde die Salzsäure durch den Strom zersetzt und das ausgeschiedene Chlor mit dem metallischen Silber zu Silbersubchlorür verbunden, einem Körper, welcher zuerst in den Farben dünner Blättchen erscheint. Die Platte färbte sich anfangs grau, dann gelblich, violett, blau, grünlich, dann wieder grau, rosenroth, violett und endlich wieder blau. Vor diesem zweiten Blau wurde die Platte herausgenommen, mit destillirtem Wasser gewaschen und bei schwacher Erwärmung über eine Weingeistlampe rasch getrocknet. Die Chlorsilberschicht erschien dann dunkel-violett und nahm, wenn die Farben des Sonnenspektrums auf sie fielen, eine Färbung an, die den einzelnen Farben entsprachen. Das Roth, Grün, Blau und Violett bildete sich sehr gut ab, weniger gut Gelb und Orange. Es gelang Becquerel, colorirte Kupferstiche einigermaßen mit ihren Farben zu copiren; für die Camera obscura waren die Platten noch zu unempfindlich.

In neuerer Zeit bauten auf der von Becquerel gegebenen Grundlage Forscher wie Wilhelm Zenker, H. W. Vogel und vor allem Gabriel Lippmann in Paris das Verfahren zu immer größerer Vollkommenheit aus, so daß wir vom zwanzigsten Jahrhundert noch weitere Fortschritte auf dem Gebiete der Farbenphotographie mit Sicherheit erwarten dürfen, wenn auch volle naturtreue Farbenwahrheit niemals erreicht werden wird, weil alle Farbenerscheinungen subjektive Empfindungen sind. Die Bestrebungen, auf direktem Wege die natürlichen Farben der Objekte auf die lichtempfindliche Platte zu übertragen, leiden überdies an einem schwerwiegenden Mangel, nämlich daran, daß eine Vervielfältigung der erhaltenen Bilder nicht möglich ist. Diese letzteren verhalten sich also ähnlich wie die alten Daguerreotypen. Für die Praxis aber hat nur ein Verfahren Werth, welches gestattet, die Photographien in beliebig vielen Exemplaren herzustellen. Man mußte also zur Erreichung des Zieles einen indirekten Weg einschlagen, d. h. den des *photographischen Farbendruckes*, wobei der natürlichen Wirkung des Lichtes Menschenwerk zu Hülfe kommt. Auch nach dieser Richtung hin sind im verflossenen Jahrhundert schon recht erfreuliche Resultate gewonnen worden.

am Konservatorium der Künste und Handwerke daselbst, starb 13. 5. 1891 zu Paris. — *Werke*: Mémoires sur les lois qui président à la decomposition électro-chimique des corps 1849; Recherches sur les effets électriques 1852; Etudes sur l'exposition de Londres 1862; La lumière, ses causes et ses effets 1867—68; Des forces physico-chimiques et de leur intervention dans la production des phénomènes naturels 1875.

Bekanntlich sind die uns umgebenden Körper, falls sie nicht selbstleuchtend sind, nur dadurch für uns sichtbar, daß sie das auf sie fallende Licht mehr oder weniger vollständig in unser Auge zurückwerfen. In einem dunklen, lichtdicht verschlossenen Zimmer sieht man nichts. Ein farbiger Körper aber erscheint nur dann in der ihm zukommenden Farbe, wenn er vom weißen Tageslicht, das ja bekanntlich sämmtliche Farben in sich schließt, belichtet wird. Bringt man in ein dunkles Zimmer eine nur gelbe Strahlen aussendende Lichtquelle, so erscheinen nur die gelbgefärbten Gegenstände wirklich gelb, alle anders gefärbten, z. B. ein im Hellen blau aussehendes Tuch, erscheinen schwarz, weil das blaue Tuch das gelbe Licht absorbiert und daher kein Licht zurückwerfen kann. Mit anderen Worten: Die Farbe, in welcher ein Körper bei Tageslicht erscheint, entsteht nur dadurch, daß der Farbstoff, den er enthält, gewisse Strahlen des Sonnenspektrums absorbiert, den Rest aber reflektiert, so daß alle Körperfarben Mischfarben sind. Ein Körper erscheint uns grün, wenn er alle Spektralfarben außer den grünen verschluckt und nur die letzteren in das Auge schickt. Wird nun ein Teil des durch ein Prisma erzeugten Sonnenspektrums, etwa der grüne und blaue dadurch ausgelöscht, daß man farbige Lösungen oder gefärbte Glasplatten, in diesem Falle also gelbrothe einschaltet, sogenannte Strahlenfilter, so vereinigt sich der Rest, durch eine Sammellinse geworfen, zu einer scheinbar einheitlichen gelbrothen Farbe. Die ausgelöschte Farbenmischung ergänzt natürlich die des Strahlenfilters zu weiß, ist ihre Complementärfarbe. Für jeden gefärbten Körper sind demnach die absorbierte und die sichtbare Farbe complementär.

Die ersten Versuche des photographischen Farbendrucks lassen sich auf das Jahr 1865 zurückführen, in welchem der Freiherr von Ransonnet vorschlug, gemäß der oben entwickelten Young-Helmholtzschen Farbenperceptionstheorie, nach welcher nur 3 Grundfarben: roth, gelb und blau existiren, durch deren Mischung alle anderen Farben entstehen, den abzubildenden Gegenstand durch ein gelbes, ein rothes und ein blaues Strahlenfilter zu photographiren; von diesen drei verschiedenen Negativen Druckplatten herzustellen und mit diesen drei Abdrücke in den entsprechenden Farben genau über einander zu drucken. Charles Cros ließ sich 1867 ein Verfahren patentiren, 3 Aufnahmen in den Grundfarben durch gefärbte Gläser zu machen, dann die drei davon hergestellten Positive in den complementären Farben über einander zu legen oder auf lithographischem Wege über einander zu drucken. Denselben Weg, aber ohne die Arbeiten seines Vorgängers zu kennen, schlug 1868 und 1869 Ducos du Hauron ein, wich aber darin ab, daß er seine Negative nicht durch die Grundfarben Roth, Gelb, Blau, sondern durch die Komplementärfarben zu diesen aufnahm und dann in den Grundfarben copirte und ferner, daß er jede dieser zu druckenden Farben nicht über einander auf ein Bild, sondern einzeln und zwar mittelst gefärbter Gelatine auf dünne Glimmerplättchen druckte und diese dann übereinander



ander legte. Alle diese Methoden scheiterten indessen daran, daß die Strahlen des Spektrums nicht alle gleich starke chemische Wirkung auf die gewöhnliche photographische Platte haben. Bekanntlich zersetzen die blauen und violetten Strahlen des sichtbaren Spectrums die Silbersalze am stärksten, so daß trotz gleicher Lichtstärke blaue Farben stets heller erscheinen als gelbe und rothe. Die hellgelben Kragen und Aufschläge auf dunkelblauen Uniformen erscheinen auf der Photographie dunkler als der dunkle Stoff und das gelbe Sonnenbild so wie die rothen Farbenreflexe des Abendhimmels sind dunkler wie die Landschaft selbst. Nur eine geschickte Retouche ließ diese groben Fehler einigermaßen verdecken. Da zeigte H. W. Vogel in seinen Naturfarbendruckverfahren 1891 den Weg, wie man die photographische Platte für alle Strahlenarten möglichst gleichmäßig lichtempfindlich machen könne. Er schlug nämlich vor, durch Zusatz gewisser Farbstoffe die Platte farbenempfindlicher zu machen oder, wie der Fachausdruck lautet, zu sensibilisiren. Da es einleuchtet, daß das Licht, um auf die Platte zu wirken, in die Bromsilberschicht eindringen muß, so wird beispielsweise ein rothes Pigment, welches alle nichtrothen Strahlengattungen absorbirt, die rothen aber reflektirt, für die absorbirten, also vorzugsweise für die gelben und grünen Strahlen die Platte wirksam machen, während ein grünes oder blaues Pigment Empfindlichkeit für Roth erzeugt u. s. w. Gedruckt aber muß mit den Pigmenten werden, deren Lichtfarbe unwirksam auf die Platte gewesen ist, d. h. mit denen, welche zur Sensibilisirung der Negativen verwendet wurden; denn das farbige Licht entsteht ja durch das Zusammenwirken aller Farben des Gegenstandes. Um nun möglichst alle Farbenmischungen zu erhalten, wählt man die 3 Grundfarben für die Sensibilisirung der Platten so, daß jede möglichst ein Drittel des Spectrums absorbirt, alle zusammen aber das Auslöschen des ganzen Spectrums ergeben, ohne ein Plus oder Minus an Farbstrahlen. Der gegenwärtig eingeschlagene Weg zur Erzeugung eines Bildes in den Naturfarben mit Hülfe der Photographie ist also folgender: Es werden zunächst drei photographische Aufnahmen gemacht, bei denen durch Anfärben der Platten (Sensibiliren) das eine Mal die rothen, dann die gelben und dann die blauen Strahlen unwirksam gemacht sind. Nach den erhaltenen Negativen werden drei positive Druckplatten hergestellt und mit solcher rothen, gelben und blauen Farbe aufeinander gedruckt, daß die verwendeten Druckfarben in ihrer Nüance genau den zum Sensibiliren der Platten benutzten Farben entsprechen.

Trotzdem der photographische Dreifarbendruck noch eine ziemlich junge Erfindung ist, sind doch schon recht achtbare Erfolge zu verzeichnen, wie die ganz vortrefflichen Farbenlichtdrucke von Vogel-Ulrich und Albert Frisch in Berlin und von Angerer in Wien beweisen. Man hat neuerdings auch angefangen, dasselbe Prinzip auf den Buchdruck mit Hülfe der Zinkätzung zu übertragen, so daß es scheint, als ob der Dreifarbendruck für Herstellung von Illustrationen aller Art

die Lithographie allmählich ganz zu verdrängen berufen ist. Dabei ist zu brücksichtigen, daß durch die Photographie eine Genauigkeit der Zeichnung garantirt wird, wie sie kein Lithograph jemals erreichen kann.

Ein großes Verdienst um die Vereinfachung der Dreifarbenphotographie hat sich in jüngster Zeit der Photochemiker Albert Hofman in Köln erworben. Die nicht geringen technischen Schwierigkeiten des Verfahrens sind durch ihn in einer Weise überwunden worden, daß es nunmehr auch dem Liebhaberphotographen möglich sein wird, farbige Photographien herzustellen. Die farbenempfindlich gestimmten Platten werden mit den zugehörigen Strahlenfiltern von der Fabrik, die Hofmanns Patente erworben hat, gleich gebrauchsfertig geliefert. Die Aufnahmen geschehen am besten in einer nach Hofmanns Vorschriften konstruirten Drillingskassette, welche durch einfache Verschiebung des Rahmens ein schnelles Wechseln der Platten mit den davor eingeschalteten Strahlenfiltern gestattet. Die Entwicklung der belichteten Platten geschieht in üblicher Weise. Nach dem bekannten Pigmentverfahren werden dann die schwarzen Negative auf entsprechend gefärbte, durchsichtige Chromgelatinehäutchen copirt. Hofmann verwerthete hierbei die Erscheinung, daß mit chromsauren Salzen versetzte Gelatine an den belichteten Stellen unlöslich wird und Farbstoffe, mit denen sie imprägnirt ist, zurückhält, während die Farbstoffe an den unbelichteten Stellen mit der Gelatine von heißem Wasser weggewaschen werden. Man erhält so beliebig gefärbte Bilder in Form von farbigen Gelatinehäutchen, die man ablösen und auf Papier oder Glas übertragen kann. Die Pigmentpapiere sind gleichfalls nach Hofmanns Angaben käuflich zu haben und sind sorgfältig gewählt, so daß bei richtigem Kopiren ein harmonisches Bild entstehen muß. Werden nun die erhaltenen Kopien der Reihe nach genau auf einander geklebt, so ist das farbige Bild fertig.

So erhebt sich denn die heutige Photographie mit ihrer überreichen Literatur, ihren Vereinen und Lehranstalten auf dem durch die Erfindungen von Daguerre, Niepce und Talbot gelegten Grunde als ein stolzer, vielgegliederter Bau. Sie nimmt für das Reich der sichtbaren Erscheinungen dieselbe Stellung ein, wie die Buchdruckerkunst für die Welt des Gedankens.

Magnetismus und Elektrizität.

„Geheimnisvoll am lichten Tag,
Läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben,
Und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag,
Läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben,

Mit diesen Worten durfte der Dichter noch im zweiten Dezennium des 19. Jahrhunderts seinem unbefriedigten Sehnen nach

Erkenntniß naturwissenschaftlicher Wahrheiten mit einem gewissen Rechte Ausdruck geben. Heute sind die Goetheschen Worte angesichts der auf dem weiten Gebiete der elektrischen und magnetischen Naturerscheinungen bisher erreichten Resultate nicht mehr zutreffend. Denn in der That haben gerade die Fortschritte in der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus in dem verflossenen Jahrhundert den Schleier von dem steinernen Bilde zu Sais um ein erhebliches gelüftet und Ergebnisse gezeitigt, die in ihrer Tragweite, in theoretischer, wie in praktischer Hinsicht, die Errungenschaften auf anderen Gebieten menschlicher Forschung weit in den Schatten gestellt haben. Die Indienststellung der elektrischen Kräfte, die uns Licht und Wärme spenden, unsere Eisenbahnen und Schiffe treiben, unsere Worte mit Blitzesschnelle über den Ozean tragen, und tausend andere kleinere Dienste leisten, sie wurzelt in den ungeheuren Fortschritten, welche wir den letzten 100 Jahren verdanken. Aber auch nach der wissenschaftlichen Seite hin ist es der rastlosen Forschung gelungen, einen tieferen Einblick in die Natur der bis dahin räthselhaften Erscheinungen zu gewinnen. Freilich ruht auch jetzt noch manches Dunkel über dem eigentlichen Wesen dessen, was wir Elektrizität und Magnetismus nennen. Immerhin ist ein bedeutsamer Fortschritt in der Erkenntniß jener Kräfte dadurch gewonnen, daß es gelungen ist, sie in den Verwandtschaftskreis mit dem Licht, dem Schall und der Wärme zu ziehen und ihre Aeußerungen dem Kausalnexus zwischen Ursache und Wirkung unterzuordnen.

Den Ausgangspunkt für die gewonnene theoretische Erkenntniß der elektrischen Erscheinungen bilden die Entdeckungen Galvanis und Voltas am Ende des 18. Jahrhunderts. Vor ihnen kannte man noch keine andere Art von Elektrizitätserzeugung als die durch Reiben gewisser Körper an einander. Die von dem Magdeburger Bürgermeister Otto v. Guericke (1602—1686) erfundene Elektrisirmaschine war durch zweckmäßige Verbesserungen von Hausen (1743), Planta (1755) und Bose (1710—61) zu einer ausgiebigeren Elektrizitätsquelle umgestaltet worden, nachdem Stephen Gray (gest. 1736) zuerst den Unterschied zwischen elektrisch leitenden und nicht leitenden Körpern kennen gelehrt hatte. Es war auch bereits durch Dufay (gest. 1739) auf die Existenz zweier Arten von Elektrizität hingewiesen worden, die man später negative und positive Elektrizität nannte, und in der vom Domherrn Kleist zu Cammin und von Cunaeus in Leyden gleichzeitig (1745) erfundenen Leydener Flasche war ein brauchbarer Sammel- und Verstärkungsapparat der elektrischen Kraft geschaffen worden. Theoretische Erklärungen für die anziehenden und abstoßenden Wirkungen elektrisch geladener Körper und für den elektrischen Funken besaß man indessen noch nicht. Doch hatte Coulomb mit Hilfe seiner Torsionswaage (1785—89) bereits die Gesetze der Anziehung und Abstoßung festgestellt und Maaß und Zahl in das noch ganz ungeklärte Gebiet eingeführt, ebenso wie Benjamin Franklin (1752) durch seinen berühmt gewordenen

Drachenversuch im wahren Sinne des Wortes den Blitz vom Himmel heruntergeholt und so die Identität desselben mit dem elektrischen Funken überzeugend nachgewiesen hatte. Nunmehr brachte Galvani durch seine Beobachtungen eigenartiger elektrischer Wirkungen an getödteten Fröschen neue Anschauungen über das Wesen dieser Erscheinungen zu Tage, wenn auch zunächst noch die neue Entdeckung eine Kette von Irrthümern zur Folge hatte, aus denen erst allmählich sich die Wahrheit ans Licht rang. Schon im Jahre 1756 veröffentlichte Caldani in Bologna eine Abhandlung über die Einwirkung der Elektrizität auf frisch getödtete Frösche und 4 Jahre später berichtete Sulzer in der Berliner Akademie über eine eigenthümliche Geschmackserscheinung, welche eintritt, wenn man zwei verschiedene sich berührende Metalle an die Zunge bringt. Beide Beobachtungen blieben jedoch ganz unbemerkt. Da entdeckte anfangs September 1786 Caldanis Landsmann Galvani, oder, wie es auch heißt, seine Frau, daß ein eben getödteter Frosch in der Nähe einer Elektrisirmaschine in Zuckungen gerieth, sobald aus letzterer ein Funke gezogen wurde. In weiterer Verfolgung dieser Erscheinung wollte G. versuchen, ob derartige Zuckungen nicht etwa auch unter dem Einflusse atmosphärischer Elektrizität stattfänden. Er präparirte zu diesem Zwecke die Frösche derartig, daß er das Rückgrat bloslegte, die letzten 2 oder 3 Rückenwirbel entfernte und nur die beiden auf jeder Seite der Wirbelsäule verlaufenden Schenkelnerven in Verbindung mit den hinteren Gliedmaßen beließ. Hängte er nun diese Froschpräparate vermittelst eines kupfernen, durch das Rückenmark gestoßenen Hakens an einem eisernen Balkongeländer auf, so gewahrte er auch in diesem Falle die Zuckungen der Schenkel, so oft sie mit dem eisernen Geländer in Berührung kamen. G. stand nicht an, diese eigenthümliche Erscheinung mit der Existenz einer besonderen thierischen Elektrizität in Verbindung zu bringen. Seine Lieblingstheorie von dem Vorhandensein einer besonderen Nerven- oder Lebensflüssigkeit schien hier eine Bestätigung zu finden, insofern er meinte, daß die Zuckungen dadurch entständen, daß die besagte Flüssigkeit durch die metallische Leitung von den Nerven zu den Muskeln überströme. Die Nachricht von Galvanis Entdeckung verbreitete sich sehr schnell über Deutschland, Frankreich und England, überall das größte Erstaunen der Gelehrten erweckend, welche sich beeilten, die phänomenalen Versuche unter den

Galvani, Aloysius (Luigi), geb. 9. 9. 1737 zu Bologna, studirte in seiner Vaterstadt Medizin, promovirte 1762 und wurde darauf Professor der Anatomie; nebenbei betrieb er die ärztliche Praxis. Die französische Revolution kostete G. die Professur. Er weigerte sich, der cisalpinischen Republik den Eid der Treue zu schwören. Schließlich wieder in seine Stellung eingesetzt, kränkelte er dauernd und starb 4. 12. 1798. — Werke: De viribus electricitatis in motu musculari commentarius 1792 (Deutsch 1793); Gesammtausgabe seiner Schriften 1841. — Literatur: Alibert, Eloges de G. 1806

verschiedensten Abänderungen zu wiederholen. Trafen die neuen Ideen doch gerade in eine Zeit großer Entdeckungen und Reformen, so daß die Neuheit der Erscheinungen alle Geister in Bewegung setzte. Die ganze Richtung aber, in welcher man anfänglich die neue Entdeckung verfolgte, drohte auf Irrwege zu führen, aus denen man vielleicht noch lange keinen Ausweg würde gefunden haben, wenn nicht alsbald ein Mann von klarem Geiste den unnützen Versuchen ein Ende gemacht hätte. Dieser Mann war Alexander Volta, Professor der Physik in Pavia, schon vortheilhaft bekannt durch die Erfindung des Elektrophors und des Kondensators. Auch er wiederholte die Versuche Galvanis mit unermüdlicher Ausdauer und fand bald, daß es zu ihrem Gelingen durchaus nothwendig sei, daß der Nerven und Muskeln verbindende Leitungsbogen aus 2 verschiedenen Metallen bestehe, daß ferner nur in dem Kontakt der beiden Metalle das wirkende Agens zu suchen und daß letzteres von der gewöhnlichen Elektrizität nicht verschieden sei. Es entspann sich nun ein hartnäckiger wissenschaftlicher Streit zwischen Volta und Galvani, in welchem ersterem schließlich der Sieg zufiel. Doch möge nicht unerwähnt bleiben, daß viele Jahre nach Galvanis Tode dem verdienten Manne eine gewisse Rechtfertigung zu Theil wurde dadurch, daß der Berliner Physiologe Du Bois Reymond in der That im thierischen Muskel bei seiner Kontraktion das Auftreten elektrischer Ströme nachwies. (Untersuchungen über thierische Elektrizität, 1. Bd.)

Volta stellte seine berühmt gewordenen „Fundamentalversuche" an zwei, ganz eben abgeschliffenen Metallplatten an, einer Zink- und einer Kupferplatte, welche an isolirenden Glasstielen befestigt waren. Legte er beide ohne Reibung auf einander, so zeigten sie sich nach ihrer Trennung elektrisch, wie beim Prüfen an einem Goldblattelektroskop der, wenn auch schwache, Ausschlag der Goldblättchen bewies. Zugleich zeigte sich, daß beide Platten entgegengesetzt elektrisch wurden und zwar das Zink stets positiv, das Kupfer negativ. Die Ursache davon, daß an der Berührungsstelle der beiden Metalle eine Kraft auftritt, welche in den Metallen selbst eine elektrische Differenz erzeugt, nannte man elektromotorische Kraft. Die Stärke derselben erwies sich je nach der Natur der zur Berührung gebrachten Metalle verschieden. V. selbst stellte bereits auf Grund zahlreicher Versuche die nach ihm benannte Spannungsreihe auf, bestehend aus den

Volta, Alessandro, Graf; geb. am 18. 2. 1745 zu Como, studirte daselbst, wurde 1774 Rektor des Gymnasiums und Prof. der Physik in Como und 1779 Prof. in Pavia. Napoléon I. veranlaßte die Verleihung der goldenen Medaille an ihn, verlieh ihm das Kreuz der Ehrenlegion und erhob ihn 1810 mit dem Titel eines Senators des Königreichs Italien in den Grafenstand; 1804 legte er sein Amt nieder; Kaiser Franz ernannte ihn 1815 zum Direktor der philosophischen Fakultät bei der Universität Pavia. Später lebte er in Como, wo er 5. 3. 1827 starb. — Literatur: Collezione delle opere del Aless. V., hgg. von Antinori 1816; Volta, Aless. V. 1875.

Metallen: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Silber, Gold und der nichtmetallischen Kohle, wobei diese Elemente so geordnet sind, daß immer jedes vorausgehende in Berührung mit dem folgenden positiv, das folgende negativ wird. So konnte V. denn nach den damaligen Erfahrungen behaupten, daß durch bloße Berührung zweier Metalle eine neue Art von Elektrizität, Berührungs- oder Kontaktelektrizität, entstehe. Es wurde ihm jedoch durchaus nicht leicht bei seinen ungenügenden Hilfsmitteln, namentlich bei der Unempfindlichkeit der damaligen Elektroskope, die nur in sehr geringen Mengen auftretende Elektrizität nachzuweisen. Dennoch kam er zur Aufstellung mehrerer Gesetze. Die wichtigsten waren: Je größer der Abstand der Metalle in der Spannungsreihe ist, desto größer ist ihre elektrische Differenz; dabei ist es gleichgiltig, ob sich 2 Metalle direkt, oder unter Zwischenschaltung einer beliebigen Anzahl anderer Metalle berühren, die elektromotorische Kraft ist darum nicht größer; sie ist auch unabhängig von der Berührungsdauer und der Größe der sich berührenden Flächen.

Im weiteren Verfolg seiner Entdeckung war Volta nunmehr bestrebt, die elektrische Spannung oder Differenz durch Kombination von einzelnen Erregerpaaren zu verstärken und da er die Flüssigkeiten als zweckmäßige Leiter der elektromotorischen Kraft ansah (Leiter zweiter Klasse), kam er zur Konstruktion der nach ihm benannten elektrischen Säule, worüber er zum ersten Mal in einem am 20. März 1800 von Como aus an den Präsidenten der Royal Society in London gerichteten Brief Mittheilung macht. Er bezeichnete darin die Säule als eine Quelle für Elektrizität, „die durch bloße Berührung leitender Substanzen verschiedener Art entsteht.“ Bekanntlich ist die Voltasche Säule in der Weise zusammengesetzt, daß viele Plattenpaare, in der Regel aus Kupfer und Zink, getrennt durch Tuchplatten, die mit stark verdünnter Schwefelsäure getränkt sind, über einander aufgebaut werden. Die elektrische Wirkung der Säule zeigt sich darin, daß beim gleichzeitigen Berühren der untersten Kupfer- und obersten Zinkplatte mit befeuchteten Fingern, ein momentaner Schlag, eine kurze Muskelzuckung erfolgt, und ebenso eine Lichterscheinung, wenn man 2 von den Endplatten ausgehende Drähte in die Augenwinkel bringt. Berührt man aber die freien Enden der Drähte, am besten, indem man das eine Ende über eine Feile gleiten läßt, so entstehen Funken. Es war nur ein kleiner Schritt, den V. machte, um von seiner Säule zu dem sogenannten Becherapparate überzugehen, d. h. einem Glasgefäße, das mit angesäuertem Wasser gefüllt war, in welches eine Kupfer- und Zinkplatte tauchten. Es entstand auch hierbei und zwar in verstärktem Maße ein Spannungszustand ungleicher Art an den Berührungsstellen von Metall und Flüssigkeit, der sich ausglich, sobald man die hervorragenden Metallenden durch Draht verband. Das hervorragende Zinkende zeigte sich negativ, das Kupferende positiv elektrisch. Somit hatte Volta den Grund für eine neue Art der Elektrizitätserregung gelegt. Es schien — wie auch V. annahm —, als entstünde durch Berührung von

verschiedenen Metallen mit bestimmten Flüssigkeiten eine dauernde elektrische Wirkung, ein elektrischer Strom, aber es schien auch nur so. Wäre Voltas Ansicht die richtige, so hätte sie sich in einen unlösbaren Widerspruch mit dem Grundgesetze der Erhaltung der Energie gesetzt, das ja, wie in den früheren Abschnitten hervorgehoben, die Grundlage der modernen physikalischen Anschauungen bildet. Denn wäre es möglich, von dem Zink-Kupfer-Element nach und nach beliebig große Mengen entgegengesetzter Elektrizitäten ohne Aufwand anderweitiger Energie zu gewinnen, so müßte es ebenfalls möglich sein, durch Wiedervereinigung dieser Elektrizitäten wiederum beliebig große Mengen von Wärme oder Arbeit, kurz von anderen Formen von Energie zu erzeugen, solche also aus Nichts hervorzubringen. Das Problem des perpetuum mobile wäre damit gelöst. Wir wissen heute, daß in dem Voltaschen Becher nur solange elektrische Wirkungen auftreten, als der zwischen den Metallen und der Flüssigkeit auftretende chemische Prozeß währt; chemische Arbeit wird hierbei in elektrische umgewandelt. Der bloße Kontakt der Metalle kann nie einen dauernden Strom hervorrufen. Daß sich trotzdem, wie die ersten Versuche Voltas zeigten, beim Berühren von Zink und Kupfer schwache Elektrizitätsmengen am Elektroskope zeigten, hat seinen Grund darin, daß sich alle oxydirbaren Metalle an der Luft in kürzester Zeit mit einer dünnen Oxydschicht überziehen; ein Theil der chemischen Arbeit tritt als Verbrennungswärme, ein anderer Theil als elektrische Spannung auf. Es hatte indessen längerer Zeit bedurft, bis man die hier in Betracht kommenden Verhältnisse, die Wechselwirkungen zwischen chemischer und elektrischer Energie erkannt hatte. Erst dem Scharfsinn des genialen Faraday war es durch zahlreiche mühsame Versuche in den dreißiger Jahren gelungen, Licht in das Dunkel zu bringen. Zwar hatten bereits im Jahre 1800 die englischen Physiker Carlisle und Nicholson die chemische Wirkung des elektrischen Stromes dadurch nachgewiesen, daß sie die von einer Voltaschen Säule ausgehenden Poldrähte in Wasser leiteten, wobei sie fanden, daß am negativen Pole Bläschen von Wasserstoff, am positiven solche von Sauerstoff aufstiegen, das Wasser also in seine

Faraday, Michael, geb. 22. 9. 1791 zu Newington Butts bei London in der Grafschaft Surrey, kam 1804 nach London in die Lehre zu einem Buchhändler, erhielt aber 1813 durch Davy den Posten eines Assistenten am physikal. Laboratorium der Royal Institution. Er begleitete Davy auf seiner Reise nach dem Kontinent, wurde 1827 Prof. d. Chemie an der Royal Institution in London und wirkte 1829—42 auch als Lektor an der Militärakademie in Woolwich; starb 25. 8. 1867 in Hampton-Court. — Werke: Experimental researches in electricity 1882 (Deutsch 1889—91); Lectures on light and ventilation 1843; Lectures on the non-metallic elements 1853; Lectures on various forces of matter 1874. — Literatur: Dumas, Eloge historique de Michel F. 1868; Benca Jones, The life and letters of F. 1869 1870; Tyndall, F. as a discoverer 1870 (Deutsch v. Helmholtz 1870); Thompson, M. F., Leben u. Wirken 1900.

elementaren Bestandtheile zerfiel; auch hatte Davy schon 1807 Aetzkali und Aetznatron auf elektrischem Wege in ihre Componenten, nämlich in die bis dahin noch unbekannten Metalle Kalium und Natrium einerseits und Sauerstoff andererseits geschieden. Die richtige Deutung der Erscheinungen aber gaben, wie angegeben, Faraday 1833 durch seine Theorie der Elektrolyse und, im Anschluß daran, Clausius und Svante Arrhenius durch ihre Erklärung der Salzlösungen. Zum Verständniß der hier in Frage kommenden Thatsachen und zu besserer Würdigung der großen Fortschritte, welche die Lehre von der Elektrizität dadurch erfuhr, erscheint es unvermeidlich, an dieser Stelle einige theoretische Betrachtungen anzuknüpfen.

Der elektrische Strom fließt dauernd nur durch eine ganz geschlossene Kette von Leitern; diese aber sind von zweierlei Art: Leiter erster und zweiter Klasse. Zu der ersten Klasse gehören alle Metalle und einige nichtmetallische feste Körper wie Kohlenstoff und Selen; zu den Leitern zweiter Klasse gehören alle zusammengesetzten Flüssigkeiten, die den Strom überhaupt leiten. Die beiden Klassen von Leitern unterscheiden sich wesentlich von einander. Während in den Leitern erster Klasse der hindurchgehende Strom nur Wärme erzeugt, verursacht er in den Leitern zweiter Klasse immer eine chemische Zersetzung, die nach ganz bestimmten Gesetzen vor sich geht. Nach einer von Faraday eingeführten Bezeichnungsweise heißt der Vorgang der Zersetzung Elektrolyse, der zerlegbare Leiter selbst Elektrolyt. Das in die Flüssigkeit eintauchende Drahtende, welches vom negativen Pol der Stromquelle, z. B. einer Voltaschen Säule, herkommt, heißt negative Elektrode oder Kathode, das andere die positive Elektrode oder Anode. Läßt man den Strom durch angesäuertes Wasser gehen, so bemerkt man, wie bereits angegeben, an der Kathode Bläschen von Wasserstoff, an der Anode solche von Sauerstoff aufsteigen. Läßt man aber eine Lösung irgend eines Salzes — d. h. kurzgefaßt eine Verbindung eines Metalles mit einer Säure — elektrolysiren, so scheidet sich stets das Metall an der Kathode, der Säurerest an der Anode ab; wählt man beispielsweise schwefelsaures Kupfer, das bekannte blaue Kupfervitriol des Handels zur Elektrolyse, so überzieht sich die Kathode mit metallischem Kupfer, während der Schwefelsäurerest sich in der Nähe der positiven Elektrode ansammelt. Die beiden Bestandtheile eines Elektrolyten, in welche er durch den Strom zerlegt wird, heißen nach Faraday seine Jonen (vom griechischen ion, das Wandernde) und zwar Anion der an der positiven, Kation der an der negativen Elektrode abgeschiedene Bestandtheil. Nun treten aber bei der Elektrolyse von Flüssigkeiten nicht selten noch sekundäre Prozesse auf. Nehmen wir zum Beispiel die Elektrolyse eines in Wasser gelösten Natriumsalzes, des Kochsalzes oder salzsauren Natriums, auch Chlornatrium genannt; auch in diesem Falle wird sich das Natriummetall an der Kathode abscheiden. Es besitzt indessen das freie Metall die Eigenschaft, das Wasser zu zersetzen, indem es den Wasserstoff desselben

abscheidet und sich mit dem Sauerstoff zu einem Oxyd, Aetznatron genannt, verbindet, das im Wasser gelöst bleibt. So tritt also an Stelle des Metalles freier Wasserstoff an der Kathode auf in Folge eines sekundären Vorganges. Wie verhält es sich nun mit dem abgeschiedenen Rest der Salzsäure, dem Chlor, das nach der Regel an der Anode auftreten muß? Ein Säurerest für sich allein kann nicht bestehen. Das Chlor entnimmt daher dem Wasser der Lösung Wasserstoff, damit wieder Salzsäure bildend, während es Sauerstoff aus dem Wasser frei macht. Dieses Gas also und nicht Chlor entwickelt sich am positiven Pole. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Elektrolyse des Wassers. Nur wenn ihm eine Säure zugesetzt wird oder wenn es Spuren von Salzen gelöst enthält, was meistens der Fall ist, wird es elektrolytisch in Wasserstoff und Sauerstoff, seine Bestandtheile, zerlegt und nicht, wie man früher annahm, durch direkte Spaltung in seine Elemente, sondern als Folge eines sekundären Prozesses, den der Säurerest an der Anode einleitet. Chemisch reines Wasser leitet den Strom so gut wie gar nicht, ist also kein Elektrolyt sondern fast vollkommener Isolator. Woher kommt es nun aber, daß bei der Elektrolyse die Jonen immer nur an den Elektroden auftreten und nicht innerhalb der ganzen Flüssigkeit, durch welche doch der Strom hindurchgeht? Die Erklärung für diese Erscheinung bietet die Theorie der Lösung von Clausius-Arrhenius. Hiernach besteht jedes zusammengesetzte Molekül, z. B. Chlornatrium, aus zwei entgegengesetzt elektrischen Bestandtheilen, dem positiven Metall (Natrium) und dem negativen Säurerest (Chlor). Das Molekül ist daher in Folge der sich aufhebenden Wirkungen der entgegengesetzten Elektrizitäten unelektrisch. Wenn nun aber ein solches Salz im Wasser aufgelöst ist, so ist anzunehmen, daß schon der bloße Vorgang der Lösung an sich eine weitgehende Trennung des Moleküls hervorruft und zwar so, daß es in seine Atome, hier Natrium und Chlor, zerfällt. Den Grund dafür kann man darin suchen, daß jedes Molekül in der Flüssigkeit sich rasch und heftig bewegt, dabei an andere Moleküle stößt und dadurch zertrümmert wird. Die Atome nun, die stark elektrisch geladen sind, sind die Jonen des Moleküls. Werden also zwei Elektrodenplatten in die Lösung gebracht, von denen die eine positiv, die andere negativ ist, so wirken die Elektrizitäten dieser Platten anziehend und abstoßend auf die entsprechend geladenen Jonen. Die negative Elektrode zieht die positiven Metallionen, die positive den negativen Rest an. Es findet demnach im Innern der Flüssigkeit eine fortschreitende Bewegung, eine Wanderung aller Kationen nach der einen, aller Anionen nach der anderen Richtung statt, wobei aber im Innern der Flüssigkeit überall dieselbe Zahl von positiven und negativen Jonen vorhanden ist, so daß das Innere scheinbar unverändert bleibt. Nach dieser Theorie ist es also nicht der Strom, der die Moleküle zersetzt; er bringt nur deren Theile, die Jonen, in eine bestimmt gerichtete Bewegung. Sind nun gar die Elektroden aus verschiedenen Metallen, von denen beispielsweise das Anoden-

metall ein solches ist, das auch seinerseits wieder den Säurenrest zersetzt, so werden jene atomistischen Bewegungen innerhalb der Flüssigkeit noch komplizirter. Solcher Fall tritt ein, wenn in durch verdünnte Schwefelsäure angesäuerte Kupfervitriollösung eine Elektrode von Kupfer und eine solche von Zink gleichzeitig eintauchen; das Kupfervitriol wird zerlegt in metallisches Kupfer und den Säurerest der Schwefelsäure, der aber für sich nicht frei bestehen kann, sondern unter Aufnahme von Wasserstoff aus dem Wasser wieder in Schwefelsäure übergeht. Diese Schwefelsäure wandert zum Zink, es zu Zinkvitriol lösend, während, wenn Kupfer die Kathode ist, dieses sich im Laufe des Prozesses dauernd mit einer glänzenden Schicht metallischen Kupfers bedeckt. Das Resultat ist demnach, daß fortdauernd Zink sich in Schwefelsäure löst und Kupfer sich an der Kupferelektrode niederschlägt. Löst sich Zink in einer Säure, so entsteht, wie die Chemie lehrt, eine gewisse Wärmemenge; bei dem Ausfällen von Kupfer aus seinen Salzen wird dagegen eine andere und zwar, was wichtig ist hervorzuheben, kleinere Wärmemenge verbraucht. Der übrig bleibende Wärmerest nun verwandelt sich in elektrische Energie. Das, was wir elektrischen Strom nennen, ist weiter nichts als die Doppelbewegung der Jonen nach einer bestimmten Richtung. So weit die Theorie. — Die Praxis hat sie verwerthet in den bekannten galvanischen Elementen oder Ketten, die, verschiedenartig zusammengesetzt, zur Erzeugung des elektrischen Stromes schon lange im Gebrauch sind.

Die älteste dieser Ketten (1836) ist die Daniellsche. Hierbei sind die beiden Metalle Zink und Kupfer, die mit verdünnter Schwefelsäure und Kupfervitriollösung in Berührung treten. Ganz ähnlich ist das Meidingersche Element zusammengesetzt, das im Telegraphenbetriebe des deutschen Reiches benutzt wird und Zink und Platin enthält, welche in eine Lösung von Bittersalz und von Kupfervitriol tauchen. Bunsen konstruirte 1842 seine Kette aus Zink und Kohle und benutzte als Flüssigkeiten Schwefelsäure und Salpetersäure. Leclanchés Element, in der Telephonie und bei Haustelegraphen vielfach benutzt, besteht ebenfalls aus Kohle und Zink; letzteres taucht in eine Salmiaklösung, die Kohle aber steht in einem porösen Thoncylinder, der mit einem Gemisch von Braunstein und Kohle gefüllt ist. Neuerdings werden häufig auch sogenannte Trockenelemente verwendet, die den Vorzug haben, daß sie sich leicht transportiren lassen und stets zum Gebrauche fertig zusammengestellt sind. Es wird das dadurch erreicht, daß sie nicht direkt Flüssigkeiten enthalten, sondern mit einer Masse gefüllt sind, welche mit der Flüssigkeit imprägnirt ist und immer feucht bleibt. Als Metalle werden auch bei ihnen gewöhnlich Zink und Kohle benutzt. Die Füllmasse dagegen ist Geheimniß. Ein sehr brauchbares Element dieser Art ist das von Hellesen, welches die Form eines Kästchens hat und von der Firma Siemens und Halske konstruirt wird.

Die Theorie von der Entstehung des elektrischen Stromes durch

Umsetzung chemischer Kraft hat in der Praxis noch weitere Nutzanwendungen gefunden, nämlich bei der Konstruktion der Akkumulatoren und in der Galvanoplastik. Was die ersteren anlangt, so sind dieselben gewissermaßen umkehrbare galvanische Batterien. Leitet man nämlich durch ein Gefäß, das eine Salzlösung, z. B. salpetersaures Silber enthält, den Strom vermittelst zweier Platinplatten, so muß, wie nach dem Vorausgeschickten klar sein wird, Elektrolyse eintreten. An der negativen Elektrode scheidet sich metallisches Silber ab, während die positive Elektrode durch entstandene Salpetersäure nicht angegriffen wird, sondern Platin bleibt. Jetzt stehen also in der Flüssigkeit nicht mehr zwei reine Platinplatten, sondern eine reine Platinplatte und eine mit Silber überzogene. Zwei verschiedene Metalle in einer Flüssigkeit sind aber elektrisch gegeneinander wirksam; folglich muß durch die Elektrolyse in der Zersetzungszelle eine elektromotorische Kraft erzeugt sein. In der That zeigt es sich, daß, wenn man mit der Zuleitung des Stromes, dem Laden, aufhört und die äußeren Pole der Zelle dann mit einander verbindet, wieder ein Strom entsteht, der Entladungsstrom, der in entgegengesetzter Richtung fließt wie der erste. Dabei kann zwischen Laden und Entladen geraume Zeit verstreichen. Man hat daher durch Verwandlung von elektrischer Kraft in chemische die erste gewissermaßen aufgespeichert, akkumulirt, und kann sie gegebenen Falles, wenn man will, als elektrische Kraft wieder nutzbar machen. Solche Akkumulatoren wurden zuerst in zweckmäßiger Weise von Gaston Planté in Paris 1860 aus Bleiplatten hergestellt, die in verdünnte Schwefelsäure tauchten. Sie waren allerdings, worauf hier nicht näher eingegangen werden soll, noch besonders präparirt oder formirt, d. h. zur Aufnahme des Ladungsstromes geeignet gemacht. In Deutschland sind am meisten verbreitet die sogenannten Tudor-Akkumulatoren, welche von einer Fabrik in Hagen in Westfalen hergestellt werden und sich durch starken Nutzeffekt und große Haltbarkeit auszeichnen. Der bedeutende Vortheil, den solche elektrischen Aufspeicherungsapparate haben, leuchtet ein. Verwendung finden sie vielfach als Stromquellen im Betriebe der elektrischen Straßenwagen in Fällen, wo eine Zuleitung elektrischer Kraft von außen nicht angängig ist oder nicht beliebt wird. Der Nachtheil, den sie besitzen, liegt in ihrem großen Gewicht; zum Betriebe eines einzigen Wagens gehören immerhin gegen 100 Akkumulatoren.

Schon lange vorher, ehe sich die theoretischen Anschauungen über die Entstehung des elektrischen Stromes geklärt hatten, ja schon ehe man überhaupt von der Elektrizität etwas wußte, wurde diese Naturkraft zum Zwecke von Metallausscheidungen aus Lösungen in der Galvanoplastik benutzt.

Unter den Erzeugnissen altägyptischen Kunstfleißes, welche, nachdem sie in den Grabmälern von Memphis und Theben Jahrtausende geruht, durch die Expedition Napoleons I. zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts nach Paris kamen, befand sich eine Anzahl

kupferner Gegenstände, deren Darstellungsweise einer verloren gegangenen Kunst zu entstammen schien. Es waren lebensgroße Hohlfiguren aus so dünnem Kupfer, daß sie wenige Kilogramme wogen, thönerne Gefäße, hölzerne Lanzenspitzen und Schwerter mit einem Kupferüberzug, an welchem nicht der leiseste Strich der Feile noch irgend welche Lötung wahrzunehmen war. Eine Erzeugung durch Guß war ganz ausgeschlossen. Das Räthsel der Anfertigung dieser Gegenstände wurde erst gelöst, als man die Ausscheidung der Metalle auf elektrischem Wege kennen lernte, eine Operation, die also den alten Aegyptern bereits bekannt gewesen sein mußte. Moritz Hermann Jacobi (1801—1874, aus Potsdam, später Akademiker in Petersburg) war es, der 1837 die verloren gegangene Kunst von neuem entdeckte, als er fand, daß an der Kupferelektrode eines Daniellschen Elementes sich allmählich eine dünne Schicht reinen Kupfers ansetzte. Damit gab er den Anstoß zur Galvanoplastik, d. h. der Kunst, auf elektrischem Wege Metallüberzüge von Körpern herzustellen. Seit jener Zeit hat sich diese Technik zu einem bedeutenden Industriezweig entwickelt und immer neue Aufgaben in ihren Bereich gezogen.

Es ist schon besprochen worden, daß jede Lösung eines Metallsalzes durch den elektrischen Strom zerlegt wird, wobei sich das Metall an der negativen Elektrode, der übrige Bestandtheil, der die Säure enthält, an der positiven abscheidet. Besteht nun die positive Elektrode aus demselben Metall, wie das, welches in der Salzlösung enthalten ist, so wird für jede an der Kathode ausgeschiedene Metallmenge eine entsprechende, d. h. chemisch äquivalente Menge an der Anode gelöst. Die Flüssigkeit bleibt also immer gleich konzentrirt. Auf diese Weise kann man die negative Elektrode und mit ihr zusammenhängende Gegenstände, je nach der angewendeten Salzlösung verkupfern, vernickeln, vergolden, versilbern, verzinnen u. s. w. Welche Lösungen der Metallsalze und welche Stromstärken dafür die geeignetsten sind, hat sich allmählich durch die Erfahrung herausgestellt. Handelt es sich darum, auf Metallen galvanische Niederschläge herzustellen, so können diese ohne weiteres, sofern sie sorgfältig gereinigt sind, als Elektroden benutzt werden; man nennt das Verfahren Galvanostegie. Sollen die Metallniederschläge eine dickere, abhebbare Schicht bilden, die einen Abdruck des ursprünglichen Gegenstandes darstellt, so bezeichnet man die Methode als Galvanoplastik im eigentlichen Sinne. Aber

Jacoby, Moritz Hermann, geb. 21. 9. 1801 zu Potsdam, war Baumeister in Königsberg, bis er 1835 als Professor der Civilbaukunst nach Dorpat ging; 1837 nach Petersburg berufen, wurde er 1839 Adjunkt, 1842 außerordentliches und 1847 ordentliches Mitglied der Akademie d. Wissensch. sowie später russ. Staatsrath. Er starb 10. 3. 1874 in Petersburg. — Werke: Die Galvanoplastik 1840; Mémoire sur l'application de l'électromagnétisme au mouvement des machines 1835. — Literatur: Wild, Zum Gedächtniß an M. H. J. 1876.

auch nichtmetallische Gegenstände, wie Gipsmedaillen oder Gipsfiguren, Figuren aus Holz, Alabaster, Marmor u. s. w. lassen sich galvanoplastisch überziehen, sobald sie leitend gemacht, oder, wie der technische Ausdruck lautet, metallisirt sind. Das geschieht in der Regel durch Einreiben der Oberfläche des Körpers mit sehr feinem Graphitpulver. Will man Abdrücke des nichtmetallischen Körpers haben, was meistens der Fall ist, so wird die Bürste, mit welcher man den Graphit aufstreicht, mit etwas Talg eingefettet. Dann läßt sich der galvanische Ueberzug leicht trennen. Natürlich sind die Reliefverhältnisse desselben umgekehrt: die Erhabenheiten vertieft, die Vertiefungen erhaben. Solche Abzüge heißen Matrizen. Um genaue Kopien der Originale zu haben, ist eine nochmalige galvanoplastische Behandlung der Matrizen nöthig, welche übrigens nicht aus edlem Metall zu sein brauchen, sondern meist aus Guttapercha oder Gips bestehen, die leitungsfähig gemacht werden.

Galvanische Abformungen werden jetzt fast allein zur Reproduktion von Stahlstichen, Holzschnitten und Kupferstichen angewendet. Die Originale werden dabei absolut nicht geschädigt, die erhaltenen Formen aber, Clichés oder Galvanos, können zum Druck dann solange benutzt werden, als sie scharfe Bilder geben. Es werden auch wohl die Originalplatten von Kupferstichen galvanoplastisch mit einer dünnen Schicht Eisen oder Nickel überzogen. Sie werden dadurch außerordentlich haltbar, so daß von einer verstählten Platte bis 15 000, von einer vernickelten bis 40 000 Abzüge in tadelloser Form erhalten werden können.

Die Aufgabe, welche sich die Zersetzung der Körper mit Hilfe des elektrischen Stromes in neuester Zeit gestellt hat, ist aber eine noch viel ausgedehntere geworden: Aus der Elektrochemie ist in ihrer Anwendung eine elektrische Metallurgie geworden. Diese bezweckt die Gewinnung ganz reiner Metalle aus hüttenmännisch gewonnenen zusammengesetzten Produkten oder aus sonstigen natürlich vorkommenden oder künstlich hergestellten Metallverbindungen. Mit großem Erfolge ist der angegebene Weg betreten worden bei der Darstellung von reinem Kupfer, Gold, Magnesium, Aluminium. Gerade das letztere Metall ist dem größeren Publikum erst auf diese Weise bekannt und zugänglich geworden. Obwohl einer der verbreitetsten Stoffe auf der Erde, es ist ein Bestandtheil des gewöhnlichen Thones, war seine Gewinnung in reinem Zustande der chemischen Analyse früher nur auf sehr umständlichem Wege möglich. Heute scheidet der elektrische Strom das Aluminium in solchen Quantitäten aus seinen Verbindungen aus, daß seine Verwendung preiswerth geworden ist und daß das Metall wegen vieler vorzüglicher Eigenschaften, besonders seiner Leichtigkeit und Unveränderlichkeit wegen, zu den mannigfachsten Artikeln des menschlichen Bedarfs verarbeitet wird.

Eine andere Aufgabe der Elektrochemie besteht darin, werthvolle chemische Verbindungen aus minder werthvollen herzustellen.

Abgesehen von der durch Moissan in Paris neuerdings ausgeführten Umwandlung von Kohlenstoff in die Form des Diamanten, die allerdings praktischen Werth noch nicht beanspruchen kann, hat man den elektrischen Strom bei der Erzeugung von Soda, von Chlor, von Aetzkali und Aetznatron aus Kochsalz oder Chlorkalium mit Nutzen verwendet. Es ist zu erwarten, daß die Technik der Neuzeit durch Verwendung der mächtigen Kraftquelle, welche die Elektrizität ihr in die Hand giebt, der chemischen Industrie noch manche werthvollen Dienste leisten wird.

Wenden wir uns nun zu einer anderen Seite, welche die Entwicklung der Elektrizität im verflossenen Jahrhundert genommen hat. Wir müssen dabei zurückgehen auf die Jahre 1820 und 1821; sie sind in der Geschichte dieser Wissenschaft von epochemachender Bedeutung geworden.

Man hatte schon lange die Vermuthung gehegt, daß zwischen Magnetismus und Elektrizität eine innige Beziehung stattfinden müsse und zwar namentlich auf Grund der Erfahrung, daß der magnetische Zustand von Kompaßnadeln durch Blitzschläge, welche sie trafen, beeinflußt wurde. Da fand nun im Jahre 1820 Oersted, Professor der Physik in Kopenhagen, aufmerksam gemacht durch seine Zuhörer, daß eine gewöhnliche Magnetnadel, die zufällig in der Nähe des Drahtes eines geschlossenen Voltaschen Bechers sich befand, aus ihrer Lage abgelenkt wurde. Die Ablenkung geschah in der Weise, daß sich die Nadel unter dem Einflusse des in dem Drahte kreisenden Stromes zu ihrer gewöhnlichen Richtung nach Nordsüd senkrecht, also nahezu von Osten nach Westen zu stellen suchte. Diese Thatsache wurde alsbald eingehender studirt. Zunächst stellte noch in dem nämlichen Jahre Ampère fest, daß die Lage, welche die Nadel bei ihrer

Oersted, Hans Christian, geb. 14. 8. 1777 zu Rudkjöbing auf der Insel Langeland, Lehrling in der Apotheke seines Vaters, studirte dann in Kopenhagen, wurde 1800 Adjunkt der medizin. Fakultät, zugleich Verwalter einer Apotheke und hielt chemische Vorlesungen. Er bereiste dann Holland, Deutschland und Frankreich; 1806 wurde er Professor der Physik in Kopenhagen. 1829 wurde er Direktor der Polytechn. Schule und starb 9. 3. 1851. — Werke: Ansichten der chemischen Naturgesetze 1812; Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam 1820; Naturlärens mechaniske Deel (Deutsch 1851); Aanden i. Naturen (Deutsch 1874); Die Naturwissenschaft in ihrem Verhältniß zur Dichtkunst und Religion (Deutsch 1850). Gesammtausgabe seiner Schriften: Samlede og efterladte Skrifter. 9 Bde. 1850—51. — Literatur: Hauch und Forchhammer, Biographie (Deutsch von Sebald 1853).

Ampère, André Marie, geb. 22. 1. 1775 zu Lyon, studirte in Paris, wurde Professor d. Physik in Bourg und seit 1805 Prof. d. Mathematik an der Polytech. Schule in Paris; 1814 Mitglied der Akad. d. Wissensch., 1824 Prof. der Experimentalphysik am Collège de France und starb 10. 6. 1836 in Marseille. — Werke: Recueil d'observations électro-dynamiques 1822;

Ablenkung annimmt, eine ganz bestimmte, von der Richtung des elektrischen Stromes abhängig ist. Seine Untersuchungen führten ihn zu der nach ihm benannten Schwimmerregel, welche lautet: Denkt man sich mit dem Strom, d. h. in der Richtung vom positiven zum negativen Pol eine menschliche Figur schwimmen, welche die Nadel ansieht, so wird jedesmal der Nordpol der Nadel nach der linken Seite der Figur abgelenkt. Gleichzeitig stellten Biot und Savart fest, daß die Größe der Ablenkung abhängig ist von der Stärke des Stromes und zwar umgekehrt proportional dem senkrechten Abstande des Drehpunktes der Nadel vom Stromleiter. Diese Entdeckung legte nahe, den Grad der Ablenkung der Magnetnadel als Maß für die Stromstärke zu benutzen. Es waren die Physiker Poggendorf und Schweigger, welche zuerst diesen Gedanken nutzbar machten in dem von ihnen erfundenen Galvanometer oder Multiplikator. Sie führten um eine horizontal schwebende Magnetnadel einen Kupferdraht, oder vielmehr, um die Wirkung auf die Nadel zu verstärken, vielfache Windungen eines solchen (daher Multiplikator), die gegen einander durch umsponnene Seide isolirt waren. Es genügen schon schwache Ströme, welche die Windungen durchkreisen, um die Nadel zu drehen. Gegenwärtig sind, nachdem den Apparaten von verschiedenen Forschern die mannigfaltigsten Konstruktionen gegeben worden sind, Multiplikatoren von ganz eminenter Empfindlichkeit im Gebrauch. Erst mit deren Hilfe konnte beispielsweise Du Bois-Reymond nachweisen, daß bei jeder Muskelkrümmung im menschlichen oder thierischen Körper schwache elektrische Ströme von dem einen Ende des Muskels zum anderen sich bewegen.

Die weittragendste Konsequenz aus der Oerstedschen Beobachtung aber zog Ampère, welcher die Wirkungen studirte, die ein Strom auf unmagnetisches Eisen ausübt, das er im Bogen umkreist. Er rollte nämlich Kupferdraht nach Art der Sprungfedern unserer Matratzen spiralig zusammen und schickte durch diese Drahtleitung,

Précis de la théorie des phénomènes electrodynamiques 1824; Théorie des phénomènes électro-dynamiques 1826. — Literatur: Barthélemy Saint-Hilaire, Philosophie des deux Ampères 1866; Journal et correspondance de A. M. A. 1893.

Schweigger, Joh. Salomo Christoph, geb. 8. 4. 1779 zu Erlangen, wo er studirte und sich 1800 als Privatdozent habilitirte; 1803 Prof. d. Mathem. u. Physik am Gymnasium in Bayreuth u. 1811 in Nürnberg an der Polytechn. Schule; 1816 reiste er nach England, lebte ein Jahr in München als Mitglied d. Akad., wurde hierauf Prof. der Physik und Chemie in Erlangen, 1819 in Halle, wo er 6. 9. 1857 starb. — Werke: Einleitung in die Mythologie auf dem Standpunkte der Naturwissenschaft 1836; Ueber naturwissenschaftliche Mysterien in ihrem Verhältniß zur Literatur des Alterthums 1843; Ueber das Elektron der Alten 1848; Ueber die stöchiometrischen Reihen 1853.

die er „Solenoid" nannte (vom griechischen solen die Röhre), einen Strom. Sobald er dann der Mündung des Solenoids einen Stab aus weichem Eisen näherte, wurde dieser in die Spirale hineingezogen und zwar mit um so größerer Kraft, je mehr Drahtwindungen die Spirale besaß. Durch diese Entdeckung wurde Ampère der Schöpfer des Elektromagnetismus.

Es gelingt nämlich bei geringer Aenderung der Versuchsanordnung und zwar dadurch, daß man einen seidenumsponnenen Kupferdraht in zahlreichen Windungen um eine Holzspule wickelt, einen in den Hohlraum der Spule gesteckten Eisenkern magnetisch zu machen, sobald man durch die Windungen einen Strom kreisen läßt. Einen solchen mit Draht umwickelten Cylinder nennt man eine Magnetisirungsspirale, den magnetisch gewordenen Eisenstab einen Elektromagneten.

Freilich ist der Magnetismus des letzteren nicht dauernd. Sobald der Strom aufhört, erlischt auch der Magnetismus des Eisens. Doch verhalten sich die verschiedenen Eisensorten verschieden. Weiches Eisen, wie Schmiedeeisen wird leicht magnetisch, verliert aber auch leicht den Magnetismus; Stahl dagegen läßt sich zwar schwerer durch die angegebene Weise magnetisiren, bleibt aber längere Zeit im magnetischen Zustand. Der bei jeder Eisensorte in größerer oder geringerer Menge bleibende Rest von Magnetismus, auch wenn der Strom unterbrochen ist, heißt remanenter Magnetismus. Man nimmt zur Erklärung des Elektromagnetismus an, daß in jedem, auch unmagnetischem Eisenstücke die Moleküle stets von vornherein selbst magnetisch sind, daß sie aber alle ganz verschiedene Lagen und Richtungen haben, wodurch sich, indem die ungleichnamigen Pole sich anziehen und ausgleichen, ihre magnetische Wirkung nach außen aufhebt. Die Wirkung der Magnetisirung durch Herumführen eines Stromes beruht nach heutiger Auffassung darin, daß durch ihn alle Moleküle des Eisens sich in dieselbe Richtung stellen. Ein Magnet ist demnach ein Stück Eisen, bei welchem alle Moleküle gleich gerichtet sind. Es wird weiter angenommen, daß bei gewöhnlichem weichen Eisen die Moleküle sich nahezu ohne weiteres in ihre neuen Lagen einstellen, daß es dagegen beim Stahl nicht leicht ist, diese Richtungsänderung hervorzubringen. Ihr wirkt eine erhebliche Kraft entgegen, nämlich die, mit welcher die Stahlmoleküle zusammenhängen, die man Coercitivkraft nennt. Beim weichen Eisen ist jedoch die Coercitivkraft sehr gering, fast verschwindend.

Der Elektromagnetismus ermöglicht es nunmehr, künstliche Stahlmagnete von beliebiger Größe und Stärke herzustellen. Zweckmäßig erhalten solche die Gestalt eines Hufeisens, dessen Enden, die Pole des Magneten, ein Eisenstück oder den Anker anziehen. In dieser Form bleibt der Magnet lange Zeit magnetisch, wenn man nicht durch wiederholtes plötzliches Abreißen des Ankers, durch Erwärmen u. s. w. den Magnetismus schwächt.

Eine große Bedeutung hat die elektromagnetische Wirkung in

ihrer Anwendung auf die elektromagnetischen Maschinen gefunden, d. h. Vorrichtungen um die elektrische Kraft in Bewegung also in mechanische Arbeit zu verwandeln. Da ferner der elektrische Strom sich mit außerordentlicher Geschwindigkeit fortpflanzt und überdies auf vorgeschriebenen Bahnen, nämlich auf den Leitungsdrähten bleibt, so kann man ihn in einem Moment hinleiten, wohin man will und kann ihn wirken lassen, wo man will, ganz unabhängig von seinem Entstehungsort. Kein anderer Vorgang in der Natur überwindet so gewissermaßen Raum und Zeit und keine andere Naturkraft ist in so eminentem Maße anwendbar wie der elektrische Strom.

Eine wichtige elektromagnetische Maschine ist der von dem Frankfurter Arzte Neef konstruirte Hammer behufs schneller Schließung und Unterbrechung des Stromes. Diese Anordnung beruht darauf, daß der Strom um ein Stück weichen Eisens herumgeführt wird, dieses also, so lange er fließt, magnetisch macht. Der Magnet zieht dann einen Anker an, der an einer Feder derartig befestigt ist, daß er, sobald er angezogen ist, den Strom unterbricht. Dann wird er sofort wieder losgelassen. Wiederholt sich dieses Spiel nun oft hinter einander, so geräth der Anker in eine rasch schwingende Bewegung und ist an ihm z. B. ein Klöppel befestigt, der gegen eine Glocke schlagen kann, so hat man das Prinzip der elektrischen Klingel, wie sie in unsern Wohnräumen sich findet. Stromunterbrecher ähnlicher Art sind in den verschiedensten Anordnungen konstruirt, die den speziellen Fällen ihrer Gebrauchsart angepaßt sind. Da sich hierbei der Strom auf seinem Wege durch die schwingende Bewegung des Ankers selbst unterbricht, so nennt man diese Einrichtung das Prinzip der Selbstunterbrechung. Weitaus die wichtigste Anwendung aber, welche die elektromagnetischen Wirkungen des Stromes erfahren haben, ist diejenige zur raschen Uebertragung von Nachrichten auf weite Entfernungen hin, d. h. bei der elektrischen Telegraphie.

Die allerersten Versuche, auf elektrischem Wege Zeichen über größere Entfernungen hin zu vermitteln, reichen bis in das Jahr 1774 zurück, in welchem der Genfer Lesage zwischen zwei entfernten Punkten 24 isolirte Metalldrähte zog, deren jeder an beiden Enden die nämlichen Buchstaben und ein Paar Hollundermarkkügelchen trug. Um einen bestimmten Buchstaben zu signalisiren, verband er den einen Endpunkt des betreffenden Drahtes mit dem Konduktor einer Elektrisirmaschine und brachte durch Ueberspringen eines Funkens die Kügelchen an den beiden Enden zur Divergenz. Nicht bloß die zu große Zahl der anzuwendenden Drahtleitungen machte jenen Versuch im Großen unausführbar, die Reibungselektrizität überhaupt erwies sich wegen ihrer Abhängigkeit vom Feuchtigkeitszustande der Luft und der Schwierigkeit einer genügenden Isolirung der Drähte als ungeeignet.

Als daher durch die Entdeckungen Galvanis und Voltas der galvanische Strom als Kraftquelle bekannt wurde, versuchte man ihn für die telegraphischen Zwecke zu verwerthen. Sömmering

in München konstruirte zuerst 1808 einen Apparat, bei welchem 24 Wasserzersetzungsapparate an der Empfangsstation ebensoviele Buchstaben trugen, die bemerkbar gemacht wurden durch das Aufsteigen von Gasbläschen, sobald von der Absendestation durch das betreffende Glas ein Strom geschickt wurde. Auch hier scheiterte die Ausführbarkeit an der großen Zahl von Drahtleitungen, die nöthig war, so daß Napoléon I., als ihm der Plan eines derartigen Telegraphen vorgelegt wurde, ihn spöttisch als „idée allemande" abwies. Und doch waren es zwei deutsche Gelehrte, die Göttinger Professoren Gauß und Weber, welche schließlich ihre Ideen in eine gangbare Form brachten.

Durch zwei, zusammen etwa drei Kilometer lange Drähte verbanden sie im Jahre 1833 das magnetische Observatorium und das physikalische Kabinet und konnten sich auf diesem Wege elektromagnetisch dadurch verständigen, daß sie auf der Empfangsstation einen der oben beschriebenen Multiplikatoren aufstellten, auf der Absendestation aber eine Vorrichtung anbrachten, um die Richtung des Stromes nach Belieben zu ändern, einen sogenannten Commutator oder Stromwechs-

Weber, Wilhelm Eduard, geb. 24. 10. 1804 zu Wittenberg, studirte in Halle, wurde hier Privatdozent und bald darauf außerord. Prof.; 1831 ord. Prof. d. Physik in Göttingen; 1837 als einer der Sieben, welche gegen die Aufhebung der Verfassung protestirten, seines Amtes entsetzt, lebte er theils als Privatgelehrter in Göttingen, theils auf Reisen, bis er 1843 als Professor nach Leipzig berufen wurde. Von hier kehrte er 1849 in seine frühere Stellung in Göttingen zurück, wo er am 23. 6. 1891 starb. — Werke: Elektrodynamische Maßbestimmungen (Abh. d. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1846—78); Gesammtausgabe s. Werke, hgg. von der Göttinger Gesellsch. d. Wissensch. 6 Bde. 1892 bis 1894. — Literatur: Riecke, Wilh. W. Rede 1892; Heinr. Weber, Wilh. W. Eine Lebensskizze 1893.

Gauß, Karl Friedr., geb. 30. 4. 1777 in Braunschweig, kam 1792 in das Collegium Carolinum und wurde, nachdem er seit 1795 zu Göttingen studirt und seit 1798 zu Braunschweig und Helmstedt privatisirt hatte, 1807 zum Professor und Direktor der Sternwarte in Göttingen ernannt. Er starb dort 23. 2. 1855. — Werke: Untersuchungen über höhere Arithmetik. Hgg. v. Maser 1889; Theoria motus corporum in sectionibus conicis solem ambientium 1809 (Deutsch 1865); Abhandlungen zur Methode der kleinsten Quadrate, aus dem Lateinischen von Börsch und Simon 1887; Zusammen mit Wilh. Weber, Resultate aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins 1837—43; Atlas des Erdmagnetismus 1840; Dioptrische Untersuchungen 1841; Untersuchungen über Gegenstände der höheren Geodäsie 1844—47; Gesammtausgabe seiner Schriften, hgg. von der Göttinger Gesellsch. d. Wissensch. 1863—74; einige in deutscher Uebersetzung in Ostwald's „Klassiker d. exakten Wissensch." 1889. Nr. 2, 5, 14, 19. — Briefwechsel zwischen G. und seinem Freunde Schumacher, hgg. von Peters 1860—65; zwischen G. und Bessel, hgg. v. d. Berl. Ak. d. Wiss. 1880. — Literatur: Sartorius v. Waltershausen, G. zum Gedächtniß 1856; Hänselmann, K. F. G. Zwölf Kapitel aus seinem Leben 1878.

ler. Die Ablenkungen der Magnetnadel nach rechts oder links zweckmäßig kombinirt, gaben die im Voraus verabredeten Zeichen für die Buchstaben des Alphabets. So wurden sie durch die Erfindung des Nadeltelegraphen die Schöpfer der elektrischen Telegraphie.

Bald nach ihnen gelang es dem Münchener Steinheil eine wesentliche Vervollkommnung des Telegraphirens dadurch herbeizuführen, daß er die Zahl der Drähte zwischen zwei Stationen auf einen einzigen reduzirte. Bei seinen 1838 auf der Nürnberg-Fürther Eisenbahn angestellten Versuchen fand er zufällig, daß, um auf der Empfangsstation die Nadel abzulenken, es völlig genüge, zwischen beiden Orten nur einen Draht auszuspannen, wenn man nur die beiden Enden des zweiten Drahtes auf jeder Station in die Erde senkt und in zwei größere Platten auslaufen läßt. Erst durch diese von Steinheil gemachte Entdeckung der sogenannten Erdleitung, welche die Kosten der Einrichtung auf die Hälfte reduzirt, konnte die Telegraphie sich rasch zu einem allgemein gebrauchten Verkehrsmittel entwickeln. Die vielen verschiedenen Formen der telegraphischen Apparate, wie sie nun alsbald sich ausbildeten, sind in neuerer Zeit fast alle verdrängt worden durch den Morseschen Schreibtelegraphen und den Hughesschen Typendrucktelegraphen. Sie allein mögen hier ihrem Prinzipe nach kurz erläutert werden.

Bei dem Morsesystem werden die Buchstaben durch Striche und Punkte gebildet. An der Empfangsstation befindet sich als Schreibapparat ein Elektromagnet und über demselben ein Anker,

Steinheil, Karl Aug., geb. 12. 10. 1801 zu Rappoltsweiler im Elsaß, studirte zuerst in Erlangen Jura, dann 1822 Mathematik unter Gauß in Göttingen und bald darauf Astronomie in Königsberg unter Bessel. 1825 zurückgekehrt, errichtete er auf dem väterlichen Gute in Perlachseck eine Sternwarte. 1827 außerord., 1835 ord. Mitglied der Münch. Akad. u. zugleich Prof. der Mathem. u. Physik und Konservator der Staatssammlungen. 1849 wurde er Sektionsrath und Vorstand der telegr. Abtheilung des österr. Handelsministeriums u. wurde 1850 Mitbegründer des Deutsch-österr. Telegraphenvereins. 1852 trat er als Ministerialrath in den bairischen Staatsdienst zurück; 1854 errichtete er in München eine optische und astronomische Werkstätte, deren Leitung 1862 sein Sohn übernahm. Er starb 12. 9. 1870 in München. — Literatur: Marggraff, Karl Aug. St. 1888.

Morse, Samuel Finley Breese, geb. 27. 4. 1791 zu Charlestown (Massachusetts) bildete sich zunächst als Historienmaler aus, reiste nach Europa, erdachte auf der Rückreise das Modell eines Telegraphen, legte es 1835 der New-Yorker Universität vor, trat 1837 damit an die Oeffentlichkeit. Wegen seiner Verdienste um die Telegraphie erhielt er ein Ehrengeschenk von 400 000 Fr. Er starb 2. April 1872 in New-York. — Literatur: Prime, M.'s Leben. 1875; J. D. Reid, The Telegraph in America, its founders, promoters and noted men. 1879.

der das Ende eines um seinen Mittelpunkt drehbaren Hebels darstellt. Wird die eine Hälfte des Hebels durch den Magneten nach unten gezogen, so schlägt die andere Hälfte nach oben, gleichzeitig eine feine Spitze gegen einen um eine Rolle laufenden Papierstreifen drückend. Die Bewegung des Papiers vermittelt ein Uhrwerk. Bei längerem Verweilen der Spitze auf dem Papier entsteht natürlich ein Strich, bei kürzerem ein Punkt. Dieses längere und kürzere Verweilen wird nun durch einen Apparat auf der Absendestation, einen Stromunterbrecher, den Taster oder Morseschlüssel bewirkt. Durch Niederdrücken des Tasters wird der Strom geschlossen, durch Nachlassen des Druckes geöffnet. Das bekannte Klappern beim Telegraphiren ist eine Folge dieser Manipulationen am Taster. Wenn demnach zwei Stationen je einen Taster, eine elektrische Batterie und einen Schreibapparat haben, so können sie miteinander in Morseschrift telegraphisch verkehren.

Indessen zeigte sich bald eine Schwierigkeit. Der Elektromagnet des Schreibapparates braucht einen ziemlich kräftigen Strom, um im Stande zu sein, den Anker mit Nachdruck anzuziehen. Bei großer Entfernung zwischen zwei Stationen ist aber der Widerstand der Drahtleitung so groß, daß man eine Batterie aus sehr zahlreichen galvanischen Elementen anwenden müßte, um den Elektromagneten der entfernten Station kräftig genug zu erregen. Deshalb hat Wheatstone zuerst ein sinnreiches Mittel zur Beseitigung dieser Schwierigkeit angegeben. Er ließ nämlich den Strom der Leitung nicht direkt um den Elektromagneten des Schreibapparates fließen, sondern um einen besonderen, viel schwächeren, dessen Anker nur eine ganz geringe Bewegung zu machen braucht. Dadurch sparte er außerordentlich an Strom. Dieser Elektromagnet aber, das Relais genannt, steht mit einer besonderen, am Aufnahmeort der Depesche befindlichen Lokalbatterie in Verbindung, welche auch den Morseapparat in ihren Kreis einschließt. Jede Bewegung des Ankerrelais überträgt sich auf den Schreibhebel, so daß der Apparat so funktionirt, als ob eine direkte Verbindung vorhanden wäre. Der Vortheil liegt in der Ersparniß von elektromotorischer Kraft.

Mit einem Morseapparat kann ein geübter Telegraphist ungefähr 100 Zeichen, d. h. nahezu 25—35 Buchstaben in der Minute telegraphiren. Der Uebelstand bleibt aber auch bei diesem System

Wheatstone, Sir Charles, geb. 1802 in Gloucester, arbeitete in seiner Jugend in einer Fabrik musikalischer Instrumente und gründete 1823 in London selbstständig eine solche. 1834 wurde er Professor der Experimentalphysik am Kings College in London, 1838 zum Fellow der Königl. Gesellsch. ernannt, 1868 in den Ritterstand erhoben. Er starb 19. 10. 1875 in Paris. — Werke: Account of some experiments to measure the velocity of electricity and the duration of the electric light 1834; Contribution to the physiology of vision 1838; Physiology of vision 1852; The binocular microscope 1853; Powers for arithmetical progression 1854—55; Automatic telegraphy.

bestehen, daß das Morsealphabet erst besonders erlernt, die Depesche erst entziffert und in die gewöhnliche Schrift übertragen werden muß.

Auch dieser Nachtheil ist beseitigt worden durch eine geniale Erfindung des Amerikaners Hughes, der in seinem Typendrucktelegraphen gleich das gedruckte Wort zu Papier bringt. Dadurch ist die Geschwindigkeit des Zeichengebens, dem Morseapparat gegenüber, um das Fünffache erhöht worden. Ein Eingehen auf die Konstruktion des Apparates ist seiner Komplizirtheit wegen an dieser Stelle nicht möglich. Der Grundgedanke ist derselbe wie bei Morse; statt des Stiftes aber drückt ein Rad, dessen Umfang die Buchstabentypen trägt, gegen den vorübergleitenden Papierstreifen. Hughes erlangt die ersten Patente auf seinen Apparat 1855. In Gebrauch genommen wurde er zuerst 1866 in Frankreich auf der Strecke Paris-Lyon.

In erster Zeit wurde die Leitung des Stromes für die Zwecke der Telegraphie auf dem Wege durch die Luft, als oberirdische Leitung angelegt. Gegenwärtig bevorzugt man die unterirdische Leitung, welche behufs Isolirung des Stromes ganz besondere Sorgfalt verlangt. Man verwendet zu diesem Zwecke Kupferdrähte, gewöhnlich mehrere, zu einem Kabel vereinigt. Sie werden, in eine Guttaperchahülle eingepreßt, meist von einer doppelten Lage von getheertem Hanfgarn umsponnen und mit einer Schutzhülle, aus verzinkten Eisendrähten oder einem Bleimantel bestehend, umgeben. Das ganze Kabel wird sodann asphaltirt und nochmals mit Hanfgarn umwickelt.

Während die Ueberlandtelegraphen von den dreißiger Jahren an sich schnell ausbreiteten und allmählich ein Netz von Telegraphendrähten sich über alle Länder der bewohnten Erde spann, so ging der Gedanke, unterseeische Telegraphenleitungen zu legen, den, wie es scheint, zuerst Wheatstone 1843 ausgesprochen, erst verhältnißmäßig spät seiner Verwirklichung im Großen entgegen. Auf kurze Strecken freilich gelang die Verbindung bald. Das erste submarine Kabel zwischen England und Frankreich auf der Linie Dover-Calais entstand bereits 1851. Aber um die Kluft zwischen den Weltmeeren zu überbrücken, dazu bedurfte es schweren Lehrgeldes, bis die Praxis hinsichtlich der Konstruktion der Kabel und ihrer Legung hinreichende Erfahrung gesammelt hatte. Nach vielen mißglückten Versuchen gelang es mit Hülfe des besonders für diese Zwecke gebauten Riesendampfers „Great Eastern“ am 27. Juli 1866 die erste telegraphische Verbindung zwischen Europa und Amerika herzustellen. An diesem Tage traf das Schiff, welches von der Insel Valentia an der Westküste Irlands aus den Draht ins Meer gesenkt hatte, in Hearts Content Bay in Neufundland ein und nach Niederlegung des kurzen Küstenkabels konnten die Königin Viktoria und Präsident Johnson die ersten Telegramme wechseln. Vom 4. August des Jahres an wurde der öffentliche telegraphische Verkehr zwischen den beiden Welttheilen eröffnet.

Seitdem hat die Zahl der transatlantischen Kabel beständ-

dige Vermehrung erfahren. Gegenwärtig giebt es ihrer 14 zwischen Europa und den Vereinigten Staaten von Nordamerika, das letzte, eine deutsche Linie, ist im vorigen Jahre gelegt worden. Nach Südamerika existiren drei. Auch die übrigen Weltmeere sind längst von elektrischen Drähten durchzogen, so daß alle Theile der zivilisirten Welt in telegraphischem Wechselverkehr stehen. Ein über 2000 km langes deutsches Kabel führt von Emden nach Vigo im spanischen Galizien. Theils durch Kabel, theils durch Ueberlandlinien sind Japan und China um das südliche Asien herum mit Europa verbunden, ferner mit St. Petersburg durch die große sibirische Landlinie von Irtusk. Auch ganz Australien ist durch den Draht durchquert worden.

Daß die letzten Jahre des Jahrhunderts auch auf dem Gebiete der Telegraphie eine bemerkenswerthe Entdeckung gebracht haben, daß es nämlich möglich ist, auf elektrischem Wege auch ohne Benutzung eines Leitungsdrahtes sich über größere Strecken zu verständigen, ist ja Jedermann schon durch die Tageszeitungen bekannt geworden. Da indessen die hier in Betracht kommenden Thatsachen vor der Hand für die allgemeine Telegraphie größeren praktischen Werth noch nicht besitzen und in ihrer theoretischen Bedeutung sich leichter an andere Wirkungsformen der Elektrizität anschließen lassen, so soll etwas Näheres darüber weiter unten angedeutet werden.

Der bisher geschilderte Entwicklungsgang der Elektrizitätslehre zeigt, daß von zwei Ausganspunkten aus die heute erreichten Ergebnisse sich ableiten ließen: von den Entdeckungen Galvanis und Voltas der Aufbau der galvanischen Elemente und die chemischen Wirkungen des galvanischen Stromes, und von den Beobachtungen Oerstedes und Ampères der Elektromagnetismus und seine technisch so wichtigen Folgen.

Nun giebt es aber noch ein drittes, hochbedeutsames Moment, das in seiner weiteren Ausbildung die größten Umgestaltungen hervorrief, insofern es praktisch die Grundlage für die großartigen Leistungen der modernen Elektrotechnik wurde und theoretisch ganz neue Ausblicke auf die Natur der räthselhaften Kraft eröffnete, das ist die elektrische Induktion, deren Erkenntniß die Forschung dem Genie Faradays verdankt. Eine kurze Beschreibung des zur Erzeugung elektrischer Induktion dienenden Apparates dürfte das Wesen dieser Erscheinung am besten und kürzesten erklären.

Zwei hölzerne Hohlcylinder von ungleichem Durchmesser werden, jeder für sich, mit vielfachen Windungen eines seidenumsponnenen Kupferdrahtes umwickelt. Steckt man nun die engere Spule in den Hohlraum der weiteren, so hat man zwei getrennte Drahtleitungen, die einander genähert sind, ohne sonst zusmmenzuhängen. Durchfließt nun die inneren Windungen ein galvanischer Strom, der primäre Strom, so entsteht gleichzeitig auch in der äußeren Windung ein Strom, der sekundäre, der sich leicht nachweisen läßt, wenn man die Drahtenden der äußeren Rolle mit einem empfindlichen Galvanometer

— wie oben beschrieben wurde — verbindet. Sobold der primäre Strom geschlossen wird, weicht die Magnetnadel aus ihrer Ruhelage ab, in welche sie aber sofort wieder zurückkehrt, selbst wenn der primäre Strom andauernd kreist. Der in der äußeren Spule entstandene Strom ist also nur momentan. Wird nunmehr der ursprüngliche Strom unterbrochen, so schlägt die Nadel zum zweiten Male aus, aber nach der entgegengesetzten Seite wie vorhin und kehrt auch jetzt wieder alsbald in ihre Ruhestellung zurück. Der zweite Strom ist also ebenfalls momentan und in seiner Richtung dem ersten entgegengesetzt. Solche in einem metallischen Leiter beim Oeffnen und Schließen eines in der Nähe befindlichen Stromes entstehenden momentanen Ströme heißen, nach Faraday, Induktionsströme, die engere Spule, welche den Hauptstrom leitet, die inducirende Spule, die zweite die induzirte oder Induktionsspule. Aehnliche Induktionsströme entstehen auch in dem Moment, in dem man die primäre Spule in die Induktionsrolle hineinschiebt, oder aus ihr herauszieht, oder in dem Moment, wo man den primären Strom verstärkt oder schwächt. Bezüglich der Richtung sind die Induktionsströme beim Oeffnen, Entfernen und Schwächen des Hauptstromes diesem gleich, beim Schließen, Nähern und Verstärken ihm entgegengesetzt. Verbindet man demnach den Hauptstrom mit einem selbstthätigen Unterbrecher, wie ihn der erwähnte Neefsche Hammer darstellt, so kann man in schneller Folge fortdauernd Induktionsströme von wechselnder Richtung erhalten. Sie heißen Wechselströme.

Die Induktionsströme, deren Stärke derjenigen des Hauptstromes und der Zahl der Drahtwindungen auf der Induktionsrolle direkt proportional ist, unterscheiden sich durch manche Eigenschaften von den gewöhnlichen galvanischen Strömen. Sie übertreffen die letzteren namentlich durch ihre bedeutend größere elektrische Spannung und nähern sich dadurch in ihrer Wirkung der durch Reibung erzeugten Elektrizität der Elektrisirmaschine. Deshalb eignen sie sich in höherem Grade wie der Galvanismus zur Hervorbringung physiologischer Wirkungen und bieten recht interessante Lichterscheinungen dar. Zu ersterem Zwecke dient der von dem Physiologen Du Bois Reymond 1848 konstruirte Schlittenapparat. Die Lichtwirkungen lassen sich am besten veranschaulichen mit dem von Ruhmkorff 1851 eingerichteten Apparat. Dieser, der Ruhmkorffsche Funkeninduktor, besteht im wesentlichen aus zwei ineinander steckenden, unbeweglichen, mit isolirten Drahtwindungen umwickelten Rollen. Die äußere Induktionsrolle trägt zwei Klemmschrauben zur Aufnahme von Drähten oder Funkenziehern, die innere Rolle enthält zur Verstärkung des Stromes ein Bündel Eisendrähte. Der Apparat steht in Verbindung mit einem Stromunterbrecher.

Funkenentladungen werden ja allerdings schon durch gewöhnliche galvanische Elemente erhalten, wenn man die von den Polenden ausgehenden Drahtenden gegen einander bewegt; sie bleiben aber aus, wenn man die Spitzen der Leitungsdrähte nicht berührt, sondern nur

nähert. Es ist in diesem Falle der elektrische Spannungsunterschied so gering, daß die dazwischen liegende, wenn auch noch so kleine Luftschicht ihren Ausgleich verhindert. Erst wenn man viele hundert bis tausend solcher galvanischen Elemente hinter einander schaltet, würde man bei einigem Abstande der Poldrähte Funken beobachten. Anders verhält sich der Ruhmkorffsche Induktor. Bei jedem Oeffnen und Schließen des Hauptstromes entsteht in den Drahtwindungen der Induktionsrolle und wenn deren Pole durch einen Leitungsdraht verbunden sind, auch in diesem, ein momentaner Induktionsstoß. Ist die Rolle aber nicht geschlossen, so entstehen an den offenen Enden Spannungsdifferenzen von großer Stärke, je nach der Zahl der Windungen, und diese gleichen sich aus durch glänzende, mit klatschendem Geräusch die Luft zwischen den Polen durchbrechende Funken. Da dieser Ausgleich — der Natur des Induktionsstromes gemäß — periodisch erfolgt, wechselweis nach der einen oder anderen Richtung, so stellen diese Funken elektrische Oscillationen oder Schwingungen dar, welche in sehr kurzen Zeitintervallen auf einander folgen.

Während bei 100 galvanischen Elementen ein Funke nur auf die Entfernung von etwa ein Zehntel mm überspringt, liefert der Induktionsaparat leicht Funken von 1 cm, ja bei besonders großen Apparaten mit gut isolirten Drahtwindungen selbst solche von 10, 50 bis 100 cm Länge. Je stärker die Spannung ist, desto weiter können die Polenden von einander entfernt sein. Die Größe des Abstandes, bei dem gerade noch Funken überspringen, heißt die Schlagweite des Induktors.

Daß es in der That in erster Linie die Dichte der atmosphärischen Luft ist, welche in einem unterbrochenen Leiter den Ausgleich des Spannungsunterschiedes erschwert, beweist die Thatsache, daß der Funke durch luftverdünnte Räume viel leichter übergeht. Am interessantesten gestalten sich die Lichterscheinungen des elektrischen Funkens in den zuerst von dem Bonner Glasbläser Geißler auf kunstvolle Weise in den verschiedensten Formen hergestellten Glasröhren, deren Luft ausgepumpt ist, oder die mit verdünnten Gasen oder Dämpfen gefüllt sind. Diese „Geißlerschen Röhren“ tragen an ihren Enden 2 eingelöthete kurze Platinstifte, die als Elektroden dienen und nach außen zu Oesen umgebogen sind, um bequem zwischen den Polen des Induktors aufgehängt werden zu können. Ist die Röhre so weit luftverdünnt, daß ihre Dichte nur noch einen Druck von etwa 1 mm Quecksilbersäule des Barometers entspricht, d. h. $^1/_{760}$ des normalen Luftdrucks, so bemerkt man beim Durchströmen des Induktionsstromes folgende Erscheinung: Die negative Elektrode oder Kathode erscheint von einem bläulichen Lichtschimmer umgeben, während von der positiven Elektrode, der Anode, ein hellerer röthlicher Lichtfaden ausgeht, der fast bis zur Kathode reicht und von dieser nur durch einen kurzen dunklen Zwischenraum getrennt ist. Das röthliche Anodenlicht, das, wenn die Röhre gebogen ist, allen ihren Windungen folgt, zeigt auf seiner ganzen Länge abwechselnd

helle und dunkle Schichten in nahezu gleichem Abstand von einander. Ist die Röhre statt mit verdünnter Luft mit anderen verdünnten Gasen angefüllt, so ändert sich die Farbe des Anodenlichtes.

In dem Maße nun, in welchem die Verdünnung innerhalb der Röhre fortschreitet, ändern sich allmählich die Lichtwirkungen; mehr und mehr verschwindet das röthliche Licht am positiven Pol, während der dunkle Raum zwischen ihm und der Kathode immer größer wird, bis bei einem an Luftleere grenzenden Zustand der Röhre das Anodenlicht ganz verschwindet. Das Innere der Röhre erscheint dann fast dunkel. Gleichzeitig tritt aber in solchem Falle, wie zuerst Hittorf in Münster 1869 und fast gleichzeitig mit ihm der Engländer Crookes entdeckt haben, eine andere Erscheinung auf. Es zeigt sich nämlich, daß die Glaswand der Röhre da, wo sie der Kathode gegenüber liegt, hellgrün zu leuchten anfängt. Man erklärt sich das so, daß von der Kathode Strahlen ausgehen, welche an sich unsichtbar sind, welche aber alle Körper, auf die sie treffen, zum hellen Selbstleuchten, Phosphoresciren, anregen. Solche Strahlen heißen Kathodenstrahlen und Röhren, welche sie zeigen, Hittorf-sche (oder Crookessche) Röhren. Führt man in die Röhre ein Mineral ein, das von den Kathodenstrahlen getroffen wird, die überdies abweichend von dem positiven Licht, immer geradlinig weiter-gehen, ganz gleichgültig, an welcher Stelle der Röhre die Anode an-gebracht ist, so phosphorescirt das betreffende Mineral mit der ihm eigenthümlichen Farbe. Rubinen prangen in rothem, Smaragde in karmoisinrothem, Diamanten in grünem Lichte u. s. w.

Die Kathodenstrahlen waren den Physikern schon ziemlich

Sömmerring, Sam. Thomas von, geb. 25. 1. 1755 zu Thorn, studirte seit 1774 Medizin in Göttingen; promovirte daselbst 1778 und wurde in demselben Jahre Professor der Anatomie in Kassel, 1784 in Mainz. Nach Aufhebung letzterer Universität praktizirte er in Frankfurt a. M., wurde 1805 Mitglied d. Akad. d. Wissensch. zu München, nachmals bairischer Geheimrath und später in den Adelstand erhoben. 1820 kehrte er nach Frankfurt zurück, wo er 2. 3. 1830 starb. — Werke: Vom Bau des menschlichen Körpers. 5 Bde. 1791—96; 1839—44; Ueber das Organ der Seele 1796. — Literatur: S.'s Briefwechsel mit Georg Forster, hgg. v. H. Hottner 1877. R. Wagner, S.'s Leben und Verkehr mit seinen Zeitgenossen 1844; Stricker, S. Th. von S. 1862.

Hittorf, Joh. Wilh., geb. 27. 3. 1824 zu Bonn, seit 1852 Professor d. Chemie und Physik an der philos. Fakultät in Münster, wo er früher auch Privatdozent war. — Werke: Abhandl. in Poggendorffs u. Wiedemann's Annalen der Physik seit 1847.

Crookes, William, geb. 1832 zu London, studirte dort am College of Chemistry bei Aug. Wilh. Hofmann, wurde 1854 Beamter am Radcliffe-Observatorium in Oxford, 1855 Lehrer der Chemie in Chester und lebt seit 1859 ohne amtliche Stellung in London. Er gründete 1859 Die „Chemical News" und giebt seit 1864 auch das „Quarterly Journal of sciences" heraus. — Werke: Select methods of chemical analysis 1880.

lange bekannt. Forscher wie Goldstein, Hertz, Lenard u. A., die sich dem Studium derselben widmeten, hatten auch schon manche besondere Eigenschaften an ihnen gefunden, wie die, daß sie sich merkwürdiger Weise durch einen Magneten ablenken lassen, ja daß sie unter Umständen die Röhrenwand durchdringen, wenn beispielsweise in dieselbe ein Aluminiumplättchen eingelassen war. Dennoch galten sie im Allgemeinen nur als ein noch unaufgeklärtes Kuriosum. Da erwachte mit einem Male das Interesse für sie und nicht nur bei den Physikern, sondern bei allen Gebildeten, als gegen Ende des Jahres 1895 dem Professor der Physik, Wilh. Konrad Röntgen, damals in Würzburg, eine Entdeckung gelang, die fast verblüffend wirkte, nicht nur, weil sie unerwartet war, sondern weil sie sofort merkwürdige praktische Anwendungen zeitigte. Röntgen fand nämlich, daß von der phosphorescirenden Stelle der Glaswand aus, da, wo die Kathodenstrahlen auftreffen, ganz neue Strahlen ausgehen, die höchst merkwürdige, unerwartete Eigenschaften besitzen. Zunächst bringen sie außerhalb der Röhre befindliche fluorescenzfähige Körper, z. B. einen mit der Substanz Bariumplatincyanür bestrichenen Pappkarton zum Aufleuchten; ferner zersetzen sie, wie die gewöhnlichen Lichtstrahlen, das Silbersalz einer photographischen Platte und schwärzen diese. Was aber das merkwürdigste ist, es besitzen diese Strahlen, die man heute Röntgenstrahlen nennt, die Fähigkeit, durch die meisten nichtmetallischen Körper, welche das gewöhnliche Licht nicht durchdringt, hindurchzugehen. Besonders leicht durchlässig für Röntgenstrahlen sind Holz, dann ferner andere undurchsichtige Körper wie Ebonit, Kautschuk, Kohle, Graphit, auch das Fleisch des menschlichen und thierischen Körpers. Metalle sind weniger leicht durchgängig, namentlich die schweren Metalle, Blei am allerwenigsten.

Diese Eigenschaft der Durchdringung sonst undurchsichtiger Körper verschaffte den Röntgenstrahlen so rasch ihre Popularität. Es gelingt nämlich mit ihrer Hülfe, aus umhüllten oder verschlossenen Körpern den Inhalt zu photographiren, wenn dieser undurchlässiger ist als die Umhüllung. So kann man aus einem verschlossenen Portemonnaie das Geld, aus einem Holzblocke etwa darin enthaltene Eisentheile, aus dem menschlichen Körper die Knochen photographiren, kurz undurchsichtige Körper durchleuchten. Es würde zu weit führen, alle die Konsequenzen aufzuzählen, die sich aus der epochemachenden Entdeckung Röntgens ergeben. Es mag nur auf die große Bedeutung hingewiesen werden, welche sie für die Chirurgie gewonnen hat,

Röntgen, Wilhelm Konrad, geb. 27. 3. 1845 zu Lennep, bildete sich unter Kundt's Leitung in Zürich aus, promovirte dort 1869, ging als Kundt's Assistent 1870 nach Würzburg, 1872 nach Straßburg, wo er sich 1874 habilitirte; nachdem er kurze Zeit als Professor an der Akademie zu Hohenheim thätig gewesen, wurde er 1876 außerordentlicher Professor in Straßburg, 1879 ordentlicher Professor der Physik in Gießen, 1888 in Würzburg.

deren Tragweite sich auch heute noch nicht einmal ganz übersehen läßt.

Wenn nun auch die Röntgenstrahlen vermuthlich mit der Elektrizität nur indirekt etwas zu thun haben, so zeigt doch dieses neueste Beispiel, welche, alle Phantasiegebilde übertreffenden Naturvorgänge sich dem forschenden Blicke erschließen, sobald man nur scheinbar ganz bekannte Kräfte in immer neuer Weise zu kombiniren versteht. Es ergeben sich dann neue Seiten, neue Eigenschaften dieser Kräfte, die unsere Kenntniß wieder auf eine höhere Stufe bringen. In eminenter Weise bewahrheitet sich dieser Satz in den epochemachenden Versuchen, die der geniale, leider zu früh verstorbene Bonner Physiker Heinrich Hertz, ein Schüler von Helmholtz, in den achtziger Jahren angestellt hat.

Bei Gelegenheit der Besprechung des Rhumkorffschen Induktionsapparates ist vorhin erwähnt worden, daß die Entladung des elektrischen Funkens zwischen den Polenden des Induktors eine oscillatorische, hin- und hergehende ist. In der That kann man diese periodische Bewegung mit Hülfe eines um eine Achse rotirenden Drehspiegels sichtbar machen. Gleichzeitig aber ist es auch auf dieselbe Weise möglich, die Dauer einer solchen Oscillation festzustellen. Hierbei hat sich herausgestellt, daß sie eine ungemein schnelle ist und etwa nur eine Milliontelsekunde beträgt. Ebenso wie eine Pfeife um so raschere Schwingungen, um so höhere Töne giebt, je kürzer sie ist, d. h. also je geringer die in Bewegung zu setzende Luftmasse ist, ebenso sind auch bei den Funkenentladungen die Bewegungen um so rascher, je geringer die zu überwindenden Hindernisse sind. Wir können heute mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die elektrische Wirkung auf einer Bewegung des Aethers, der die Luft und alle Körper durchdringt, beruht; daß der elektrische Funke eine Verschiebung desselben darstellt. Es ist daher einleuchtend, daß zwischen elektrisch geladenen Körpern von großer Oberfläche, z. B. zwischen großen Leydener Flaschen, die Entladungen langsamer vor sich gehen wegen der großen Aethermengen zwischen ihnen, die in Bewegung zu setzen sind, also langsamere Schwingungen erzeugen, als zwischen elektrischen Körpern geringerer Kapazität. Solche elektrische Schwingungen hat nun Hertz vermittelst sinnreich erdachter Apparate herzustellen vermocht und aus seinen Versuchen wichtige Folgerungen abgeleitet. Zunächst trat er der Frage näher, ob die Induktionswirkungen eine meßbare Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben. Be-

Hertz, Heinrich Rudolf, geb. 22. 2. 1857 zu Hamburg, studirte in München und Berlin, promovirte 1880 und wurde Assistent von H. Helmholtz. 1883 Privatdozent in Kiel, 1885 Prof. d. Physik an der Techn. Hochschule in Karlsruhe, 1889 Prof. in Bonn. Starb 1. Jan. 1894 in Hamburg. — Werke: Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft 1892. Gesammelte Werke. 3 Bde. 1894. — Literatur: Planck, Heinrich Rud. H. 1894.

kanntlich nehmen die Physiker als Träger der Lichtbewegung den Aether an. Wenn letzterer nun auch das Medium ist, welches die elektrischen Erscheinungen vermittelt, so muß auch ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit gleich derjenigen des Lichtes sein, nämlich 300 000 km oder 300 Millionen Meter in der Sekunde. Mit den von Hertz erzeugten elektrischen Schwingungen war die Möglichkeit gegeben, diese Frage experimentell zu untersuchen. Denn wenn in einer solchen Schwingung eine elektrische Bewegung nur den hundertmillionsten Theil einer Sekunde dauert, so pflanzt sich diese Bewegung, bis die Schwingung vorüber ist, nur um 3 Meter fort. Es gelang nun Hertz wirklich, die Ausbreitung solcher raschen Schwingungen zu verfolgen und ihre Geschwindigkeit zu messen und er fand thatsächlich, daß diese Geschwindigkeit gleich der des Lichtes sei. Ebenso nun wie die Lichtwellen sich nach allen Richtungen des Raumes mit der angegebenen Geschwindigkeit fortpflanzen, so erzeugen gewisse andere Aetherschwingungen, die wir elektrische nennen, in der Ferne elektrische Wirkungen. Ein Unterschied zwischen Licht- und elektrischen Wellen besteht nur dem Grade nach. Während Lichtwellen, je nach ihrer Farbe, Wellenlängen haben, die zwischen 4 und 7,5 Zehntausendsteln eines Millimeters liegen, sind die elektrischen Wellen um vieles größer, einige Zentimeter, selbst Meter lang. Auf Grund der Hertz'schen Versuche läßt sich heute folgendes Ergebniß aufstellen. Elektrische Wellen von sehr kurzer Schwingungsdauer erscheinen uns als Lichtwellen, oder umgekehrt, Lichtwellen von relativ sehr großer Schwingungsdauer bringen elektrische Wirkungen hervor.

Die Identität zwischen Licht und Elektrizität zeigte sich nun auch darin, daß beide Arten von Wellen nach denselben Gesetzen reflektirt, durch Hohlspiegel konzentrirt, gebrochen werden u. s. w. Auch diesen Nachweis hat Hertz geliefert. Während dieser Gelehrte seine klassischen Versuche zunächst noch auf umständlichem Wege unter schwierigen Beobachtungsmethoden ausführen konnte, ist vor kurzem ein Verfahren entdeckt worden, um selbst schwache Hertzsche Wellen, wie man die elektrischen Schwingungen nunmehr nennt, sicher zu erkennen.

Der Franzose Branly brachte in eine Glasröhre von 3 bis 5 cm Länge grobgepulverte Metallspähne aus Eisen, Nickel oder Silber und führte an beiden Enden 2 Drähte als Elektroden ein, welche das Pulver berührten. Da der Kontakt zwischen den losen Metalltheilchen ein sehr geringer ist, so hat ein solches System einen großen Leitungswiderstand und läßt von einem nicht sehr starken Strom nur minimale Beträge hindurch. Sowie aber eine elektrische Welle auf diese Röhre fällt, treten zwischen den einzelnen lockeren Metallpartikelchen ganz kleine Fünkchen auf, genügend, um die Oberflächen zweier benachbarten Spänchen aneinander zu schweißen. Dadurch wird der Kontakt zwischen ihnen sofort ein guter und der Widerstand der Röhre sinkt auf einen kleinen Betrag herab. Man

hat eine solche Röhre mit Metallpulver mit dem Worte Cohärer bezeichnet, welches andeuten soll, daß durch die elektrischen Wellen die Metalltheilchen cohärent werden. Dieser Apparat ist das Hauptmittel geworden, eine Telegraphie ohne Draht zu ermöglichen, deren Prinzip in Folgendem besteht. Schaltet man in den Stromkreis einer Batterie einen Cohärer und das Relais eines Morseapparates ein, Apparate, die weiter oben besprochen sind, so bleibt der Strom zunächst auf das Relais unwirksam wegen des großen Widerstandes im Cohärer. Treffen aber auf diesen von fernher kommende elektrische Wellen auf, so verliert er seinen Widerstand und das Relais wird wirksam, d. h. die schwache Feder desselben angezogen. Steht das Relais nun seinerseits wieder durch einen zweiten Stromkreis mit einem Morseschreibapparat in Verbindung, so wird auch der Schreibhebel reagiren, sobald das Relais reagirt. In der Praxis ist also die Sache so: Auf der Fernstation, von der aus telegraphirt werden soll, werden kräftige Induktionsfunken erzeugt. In der Regel bedient man sich dabei zur Verstärkung der elektrischen Spannung eines besonderen, von Professor Righi in Bologna angegebenen Apparates, des Radiators oder Righi-Senders, der mit einem Rhumkorffschen Induktor in Verbindung ist. Gleichzeitig ist in den Stromkreis zwischen Induktor und Sender ein Morseschlüssel behufs beliebiger Unterbrechung des primären Stromes eingeführt. Auf der Empfangsstation befindet sich der Cohärer in der oben geschilderten Verbindung mit Relais und Morseschreibapparat. Wird nun der Morseschlüssel kurz heruntergedrückt, so entsteht ein einziger kurzer Funke. Auf der Fernstation wird der Cohärer sofort leitend, die Relaisfeder und der Schreibhebel werden kurz angezogen; auf dem Papierstreifen entsteht ein Punkt. Nunmehr aber würde der Empfangsapparat nicht weiter funktioniren, selbst wenn fortdauernd auf der Absendestation Funken entstehen, weil der Cohärer, einmal angeregt, in seinem leitenden Zustande verbleibt, der durch ihn geschlossene Strom also den Relaisanker dauernd anzieht. Wird aber der Cohärer erschüttert, so verlieren die Metalltheilchen wieder ihren Zusammenhang, erhöhen dadurch den Widerstand gegen den Strom, der damit unterbrochen wird, so daß die Feder wieder abreißt. Dem Cohärer ist daher ein sogenannter Klopf- oder Rasselapparat beigefügt, der selbstthätig wirkt und den Cohärer und durch diesen das Relais und den Schreibhebel immer wieder zur Aufnahme und Abgabe neuer Zeichen befähigt. Wird der Morseschlüssel auf der Absendestation länger niedergedrückt, d. h. der primäre Strom längere Zeit geschlossen, so entstehen rasch auf einander zahlreiche Induktionsfunken, denen auf dem Papierstreifen des Morseapparates Striche in der Form dicht neben einander liegender Pünktchen entsprechen. Das gewöhnliche Morse-Alphabet genügt also zur Verständigung vollkommen.

Die Versuche ohne Draht zu telegraphiren reichen bis in das Jahr 1895 zurück, in welchem der Engländer Preece die Induktion

eisens dessen Magnetismus zu verstärken und dadurch in seiner Drahtwicklung einen zuerst nur schwachen Induktionsstrom zu erzeugen. Letzterer wiederum geht durch die allgemeine Drahtleitung um die Induktionsrolle, den Magnetismus der Eisenstäbe in ihr verstärkend und so fort. Demnach verstärkt der durch die Drehung erregte Strom fortwährend den Magnetismus, der Magnetismus fortwährend den Strom, bis schließlich die Magnete bis auf ein Maximum magnetisirt sind, womit die höchste Wirksamkeit der Maschine erreicht ist. Siemens nannte diese Maschine dynamo-elektrische oder Dynamomaschine, mit dem Namen andeutend, daß durch sie mechanische Arbeit in Elektrizität umgewandelt wird, während der Magnetismus gewissermaßen nur als Vermittler auftritt. Wodurch die mechanische Arbeit geleistet wird, ob durch die menschliche Hand, welche die Spuhle dreht, oder durch eine Dampfmaschine, oder durch die Kraft fallenden Wassers, ist dabei gleichgültig; immer entspricht — abgesehen von Verlusten durch Reibung u. s. w. — die Größe der erzeugten elektrischen Energie, der Effekt der Maschine, der Größe der aufgewendeten Arbeit. Die heutige, durch Dampfkraft getriebene Dynamomaschine setzt etwa 85 bis 93 Prozent der von der Dampfmaschine auf sie übertragenen Arbeit in elektrische Energie um. Würde man dieselbe Kraftmenge durch galvanische Elemente erzeugen wollen, so würde man bei den hohen Preisen des in diesen zu verbrauchenden Zinks, gegenüber der Kohle, welche die Dampfmaschinen verzehren, das Fünfzehnfache an Kosten aufzuwenden haben.

Aber die Dynamomaschinen können auch umgekehrt elektrische Energie in mechanische Arbeit verwandeln. Dadurch wird die Dynamomaschine zum elektrischen Motor und bildet das Mittel für die elektrische Kraftübertragung. Sehr interessante Versuche dieser Art stellte 1891 die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin in Verbindung mit der Maschinenfabrik Oerlikon an. Es handelte sich darum, die Kraft eines Wasserfalles bei dem Städtchen Lauffen am Neckar zu benutzen, um sie in dem 175 km entfernten Frankfurt am Main in der Form von elektrischer Energie wieder wirksam zu machen. Eine in Lauffen aufgestellte Dynamomaschine, die durch eine Turbine getrieben wurde, erzeugte einen Strom von hinreichender Stärke, um trotz des Kraftverlustes, den der Widerstand des Leitungsdrahtes bot, in Frankfurt 1000 Glühlampen zu speisen und außerdem eine zweite kleine Dynamomaschine zu treiben, mit deren Hülfe eine Pumpe einen Wasserfall von 10 m Höhe in Bewegung setzte. So hatte man einen Theil der Energie des Wasserfalles in Lauffen in die Energie eines Wasserfalles in Frankfurt verwandelt. Angestellte Messungen ergaben, daß 74 Prozent der ursprünglichen Energie auf diese Weise nutzbar gemacht werden konnten. Schon Siemens hatte auf die Möglichkeit hingewiesen, auf dem Wege elektrischer Kraftübertragung natürliche Wasserkräfte an entfernteren Stellen zu Arbeitsleistungen bestimmter Art zu verwenden, beispielsweise den ungeheuren Kraftvorrath der Niagarafälle für Beleuchtungszwecke amerikanischer

Städte. Unseres Wissens hat die Stadt Chicago dieses Projekt zum Theil auch ausgeführt. Ferner sind die Schweiz und Deutschland diesem Beispiel gefolgt; ein Theil der Kraft des Schaffhausener Rheinfalles besorgt die elektrolytische Zersetzung des Thones zur Gewinnung des Aluminiummetalles.

Einen speziellen Fall des Problems, elektrische Kraft zu übertragen, liefern die elektrischen Eisenbahnen. Denn wenn einem elektrischen Motor, der an der Radachse eines Wagens angebracht ist, durch eine irgendwo aufgestellte Dynamomaschine ein Strom zugeführt werden kann, so muß er in Rotation versetzt werden, welche, auf die Räder übertragen, diese und somit den Wagen in Bewegung setzt. Die erste solcher elektrischen Eisenbahnen hatte im Jahre 1879 die Firma Siemens und Halske bei Gelegenheit der Gewerbeausstellung in Berlin in Betrieb gesetzt. Die Leitung des Stromes hatten in diesem Falle die Schienen übernommen. Bei den späteren Einrichtungen, die heutzutage bekannte Verkehrsmittel in den Städten sind, zog man es vor, wegen der durch die Berührung der Schienen möglichen Gefahr, besondere Zuleitungsdrähte für den Strom, theils oberirdische, theils unterirdische zu verwenden, die mit dem Motor des Wagens durch einen metallischen Kontakt in Berührung stehen. Daneben verwendet man in besonderen Fällen als Kraftquellen auch Akkumulatoren, die, durch Dynamomaschinen geladen, jeder Wagen mit sich führt und die ihre Kraft dem Motor des Wagens abgeben. Auch beide Systeme kombinirt kommen vor für Betriebe auf größeren Fahrstrecken.

Die vorstehend geschilderten Magneto-Induktionsströme dienten zur Vermittlung großer Energiemengen. Sie können indessen auch wirksam werden beim Auftreten ganz minimaler Bewegungen. Faradays Lehre von der Magneto-Induktion gipfelt in dem Satze, daß eine jede Veränderung in der Lage und Stärke eines Magneten, sei sie auch noch so geringfügig, in einem in der Nähe befindlichen Drahtkreise einen Induktionsstrom erzeugt. Denkt man sich z. B. an zwei entfernten Stationen A und B je einen Stahlmagneten, deren Nordpole mit einem isolirten Drahte so umwickelt sind, daß er die beiden Magnete in einem geschlossenen Kreise verbindet und denkt man sich ferner in geringer Entfernung vor jedem Nordpole eine dünne Platte aus weichem Eisen, so müssen folgende Induktionswirkungen eintreten können. Drückt man auf der Station A die Eisenplatte ein wenig mit der Hand, so daß sie sich dem Magneten etwas nähert, so entsteht in der den Magnetpol umgebenden Spirale in Folge der Lagenänderung der Platte ein schwacher Induktionsstrom. Durch die Drahtleitung wird der Strom nach dem Magneten der Station B geleitet, dessen Magnetismus er verstärkt; dadurch aber wird die dortige Eisenplatte von dem Magneten B stärker angezogen, d. h. sie macht genau die Bewegung wie die Platte in A. Ebenso erfolgen ganz gleichartige Bewegungen an beiden Stationen, wenn man an einer von ihnen die Platten von

ihren Magneten entfernt. So kann man Schwingungen der Platten, die man an einer Stelle hervorruft, an anderer Stelle in genau entsprechender Weise wiederholen. Auf diesem einfachen Prinzipe beruht einer der sinnreichsten Apparate, den die Physik kennt, das Telephon. Man braucht nur durch Sprechen gegen die Eisenmembran auf einer Station diese in Folge der Luftschwingungen durch die menschliche Stimme in Bewegung zu setzen, um sofort auf der entfernten Station gleiche Bewegungen hervorzurufen, welche wieder gleiche Luftschwingungen zur Folge haben, die man mit dem Ohre wahrnimmt.

So waren die Telephone eingerichtet, welche zuerst der Amerikaner Graham Bell 1877 in die Praxis einführte, nachdem bereits 1860 Philipp Reis einen Apparat angefertigt hatte, dem er den Namen Telephon gab und der Worte und Töne elektrisch übermittelte. Daß bei der heutigen Form der Fernsprechapparate statt der Stabmagnete ein Hufeisenmagnet funktionirt und überdies die ganze Vorrichtung in einem passend eingerichteten Holzgehäuse steckt, ist für das Wesen der Erscheinung nebensächlich.

Das Telephon giebt die Sprache deutlich und auch im Allgemeinen in der richtigen Klangfarbe wieder, aber die Stärke des an der Empfangsstelle wiedergegebenen Tones muß nothwendiger Weise eine viel geringere sein als die Stärke des an der Aufgabestation hineingesprochen. Man braucht sich nur zu vergegenwärtigen, welche Verluste an Bewegungsenergie eintreten müssen bei der Uebertragung der Luftschwingungen auf die Eisenplatte, bei der Umsetzung der Membranschwingungen in elektrischen Strom und endlich bei dessen Rückumsatz in Bewegung der Platte des Hörtelephons. Da die Schallschwingungen schon an sich nur geringe Erschütterungen hervorrufen, so war ein deutliches Sprechen durch zwei Telephone nur über ganz kurze Entfernungen hin von vielleicht nur einigen hundert Metern möglich gewesen und die Entdeckung hätte nicht die großartige Anwendung gefunden, welche sie heute besitzt, wäre nicht ein besonderes Hülfsmittel zu bedeutender Verstärkung hinzugekommen. Ein solches Hülfsmittel aber hat der Amerikaner Hughes, derselbe, dem wir auch den ersten Typendrucktelegraphen verdanken, 1878 in dem von ihm konstruirten Mikrophon erfunden.

Die Wirkungsweise des Telephons verlangt ja im Grunde weiter nichts, als daß durch die hineingegebenen Töne periodische Schwankungen in der Stromstärke eintreten, welche durch den Mag-

Reis, Philipp, geb. 7. 1. 1834 in Gelnhausen, trat 1850 in ein Farbengeschäft zu Frankfurt a. M., setzte aber daneben seit 1853 seine mathematisch-naturwissenschaftlichen Studien fort; wurde 1858 Lehrer in Friedrichsort bei Homburg, construirte dort 1860 das erste Telephon und starb hierselbst am 14. 1. 1874.

Hughes, David Edward, geb. 1831 in London, kam 1838 nach Virginien, widmete sich zunächst der Musik, später der Naturwissenschaft und

neten auf der zweiten Station wieder in periodische Bewegungen umgesetzt werden. Hughes kam nun auf die Idee, in einen durch galvanische Elemente erzeugten Stromkreis ein Telephon einzuschalten und zugleich einen Apparat, der es ermöglicht, beliebige Schwankungen in der Stromstärke hervorzurufen. Dieser Apparat ist das Mikrophon. Es besteht aus einem Holzkästchen, in dessen Vorderwand eine kreisrunde dünne Holzmembran eingelassen ist, die Sprechplatte, auf deren Rückseite mehrere lose gegen einander liegende, also verschiebbare Kohlenstäbchen liegen. Kohle besitzt einen ziemlich großen Leitungswiderstand, der sich aber durch Druck wesentlich ändert. Jede Verschiebung der Kohlenstäbchen ändert daher die Größe des Widerstandes und hiermit die Stromstärke. Wird nun die Sprechplatte durch Schallschwingungen erschüttert, so treten Verschiebungen der Stäbchen ein, welche je nach ihrer Stärke auch die Stärke des Stromes beeinflussen. Aenderungen in der Stromstärke aber müssen sich im Magnetismus des Hörtelephons kenntlich machen und die Eisenmembran entsprechend zu Schwingungen anregen. Das Mikrophon wirkt also als Tonsender, das einfache Telephon als Tonempfänger. Wenn auch bei dieser Art des Fernsprechens eine besondere elektrische Batterie nöthig ist, so ist doch damit zugleich die Möglichkeit gegeben, Ströme von großer Stärke zu benutzen und über weite Entfernungen zu sprechen. In Amerika ist die Verbindung von New-York nach Chicago auf mehr als 1500 km ausgeführt; die längste europäische Linie ist die von London über Paris nach Marseille auf einer Strecke von 1250 km. Dieser schließt sich demnächst die vor wenigen Wochen erst eröffnete neue Linie Berlin-Paris an mit etwa 1200 km und vielen Zweigverbindungen nach den verschiedensten französischen Städten.

Den großartigen Umgestaltungen, welche das verflossene Jahrhundert dem Verkehrsleben der Menschen durch den Telegraphen, die elektrischen Wagen und das Telephon gegeben hat, reihen sich die Fortschritte der Elektrotechnik auf dem Gebiete des Beleuchtungswesens ebenbürtig an.

Ein elektrischer Strom fließt bekanntlich dauernd nur durch eine ganz geschlossene Kette von Leitern. Ist dem Stromkreis eine Maschine eingeschaltet, die sich bewegen läßt, z. B. ein Elektromotor, so kommt dieser, wie wir gesehen, in Rotation, d. h. der Strom leistet eine bestimmte, von der Stromstärke abhängige mechanische Arbeit. Wie verhält es sich nun, wenn der Stromleitung kein Elektromotor eingefügt ist, dem Strom also keine

wurde Professor an der Hochschule zu Barndtstown in Kentucky. Nachdem er 1853 seine Stellung aufgegeben, zog er sich nach Bowlinggreen zurück und widmete sich der Verwendung seiner Erfindungen; wurde 1880 Mitglied der Royal Society, Vicepräsident und Ausschußmitglied der Royal Institution in London und 1886 Präsident der Society of Telegraph — Engineers and Electricians. Er starb Anfangs Februar 1900 in New-York.

mechanische Arbeitsleistung auferlegt wird; wo bleibt die erzeugte elektrische Energie? Da sie nach dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft nicht verloren gehen kann, so muß sie in dem geschlossenen Drahte selbst Veränderungen wachrufen, sie verwandelt sich in Wärme. Sehr schwache Ströme lassen die Temperaturerhöhung des Drahtes zwar kaum erkennen, stärkere machen aber die Erwärmung leicht fühlbar und noch stärkere bringen dünne Drähte zum Glühen und selbst zum Schmelzen. Die Größe der entwickelten Wärmemenge hängt außer von der Stromstärke noch von dem Widerstande des Leitungsdrahtes ab und ist nach Joule in jeder Sekunde gleich dem Widerstande des Leiters multiplizirt mit dem Quadrate der Stromstärke. Der Widerstand des Drahtes jedoch hängt nach dem von Ohm gefundenen Gesetz, von seiner Länge und seinem Querschnitt ab, ist der ersteren direkt, letzterem dagegen umgekehrt proportional, so daß ein dünner Draht einen stärkeren Widerstand dem Strom bietet als ein dicker und daher leichter zum Glühen kommt. Diese Eigenschaft des Stromes hat man in der Chirurgie benutzt, bei dem galvanokaustischen Verfahren, um durch glühend gemachte Platindrähte Wucherungen, Geschwülste oder dergleichen zu entfernen, man hat sie verwendet, um aus der Ferne Sprengungen vorzunehmen, man hat sie endlich verwerthet zur elektrischen Beleuchtung in den bekannten Glühlampen unserer Wohnräume.

Die ersten Lampen dieser Art konstruirte der durch Erfindung des Phonographen schon bekannte Amerikaner Edison. Sie bestehen aus einem luftleer gemachten Glasgefäß, der Birne, das im Innern einen hufeisenartig oder schleifenförmig gebogenen dünnen Kohlenfaden enthält, dessen Enden durch eingeschmolzene Platindrähte mit der elektrischen Leitung in Verbindung stehen. Die Kohle eignet sich wegen ihres großen Leitungswiderstandes, ihrer Unschmelzbarkeit und starker Leuchtkraft vorzüglich zum Glühkörper. Nach dem von Edison angegebenen Verfahren wird der Faden aus verkohlter Pflanzenfaser, wie Bambus- oder Baumwollenfaser hergestellt; auch nimmt man mitunter künstlich hergestellte Celluose, die völlig strukturlos ist. Sie wird durch Pressung in ganz dünne Fäden verwandelt, die man dann in besonders eingerichteten Oefen verkohlt. Die Birne muß luftleer sein, um den Sauerstoff auszuschließen, in dem der Kohlenfaden sofort verbrennen würde. Die heutigen Quecksilberluftpumpen ermöglichen ganz bequem eine an Luftleere grenzende Evakuirung der Birne. Ist das Glühlicht wegen seiner Bequemlichkeit, Reinlichkeit und des Mangels schädlicher Verbrennungsprodukte ein sehr beliebtes Beleuchtungsmittel unserer Zimmer und geschlossenen Räume geworden, so benutzt man zur Erzielung größerer Lichteffekte, für Beleuchtungen im Freien, das stärkere elektrische Bogenlicht.

Als im Jahre 1821 der englische Physiker Davy zwei Kohlenstäbe, die er als Elektroden einer starken galvanischen Batterie benutzte, nach geschehener Berührung wieder von einander entfernte, bemerkte

er zwischen ihnen eine außerordentlich helle Lichtentwicklung. Die Enden der Stäbe selbst kamen in Weißgluth und auch die Luft zwischen ihnen glühte bläulich. Der Strom war also durch den Abstand der Spitzen nicht unterbrochen und wurde durch die glühende Luft weitergeleitet. Man nennt diese Erscheinung den elektrischen Lichtbogen oder Flammenbogen und das Licht selbst elektrisches Bogenlicht. In Folge des Widerstandes in der erwärmten Luft herrschen durch die starke elektrische Spannung an den Kohlenenden außerordentlich hohe Temperaturen in dem Lichtbogen, die zwischen 3000 Grad und 4000 Grad C liegen. Dabei werden die Kohlenspitzen weißglühend und leuchten. Von beiden Enden aus fliegen glühende Kohlentheilchen fort, sowohl durch die Luftschicht hindurch zur anderen Kohle, als auch seitlich in den freien Raum. Merkwürdiger Weise verhalten sich aber die beiden Elektroden nicht gleich. Von der positiven Kohle reißen sich viel mehr Theilchen los als von der negativen, so daß bei längerer Wirksamkeit eines in stets gleicher Richtung fließenden Stromes, sehr bald die positive Kohle sich aushöhlt und einen weißglühenden Krater bildet, während die negative Kohle sich allmählich zuspitzt. Der Grund dieser eigenthümlichen Verschiedenheit ist bisher noch nicht aufgeklärt. Die Kohlen für das elektrische Licht werden fabrikmäßig hergestellt und zwar verwendet man entweder nur aus Kohlenpulver gepreßte Kohlenstäbe, sogenannte Homogenkohle, oder man imprägnirt die Kohle noch mit leicht flüchtigen, hellleuchtenden Substanzen, Dochtkohle. Wegen der ungleichen Abnutzung der Kohlenenden bei Glühstrom benutzt man heute Wechselströme, wie sie durch Dynamomaschinen erzeugt werden. In diesem Falle brennen natürlich beide Kohlen gleich rasch ab, weil jede abwechselnd positiver und negativer Pol wird. Das allmähliche Abbrennen der Kohlenenden macht es nothwendig, für Bogenlampen eine Regulirvorrichtung anzubringen, durch welche der Abstand zwischen den Kohlenspitzen gleichmäßig bleibt, damit nicht bei zu großer Entfernung der Luftwiderstand zu groß und dadurch der Strom unterbrochen wird. Solche Regulirung wurde zuerst auf mechanischem Wege versucht, durch ein Uhrwerk, dessen Gang ein allmähliches Vorschieben der sich verkürzenden Kohlenstäbe bewirken sollte. Diese Methode bewährte sich jedoch nicht, weil niemals gleichmäßiges Abbrennen der Kohle erfolgt, besonders aber weil diese Regulirungsart nicht Schritt hält mit den unvermeidlichen Stromschwankungen. Da von diesen aber wesentlich die Entstehung des Flammenbogens abhängt, der ja ein Resultat des zwischen den Kohlenspitzen herrschenden Widerstandes ist, so kam man auf die Idee, den Strom selbst zur Regulirung des Abstandes der Elektroden zu verwerthen. Wird der Strom schwächer, so bringt er von selbst die beiden Kohlen einander näher, wird er stärker, so entfernt er sie von einander. Diese Idee ist unter anderen praktisch durchgeführt in der von Hefner-Alteneck konstruirten Differentiallampe, welche die Firma Siemens und Halske zuerst einführte. Ihr Hauptbestandtheil ist ein Elektromagnet mit ungleich-

starken Drahtwindungen an zwei verschiedenen Enden, durch welche bald schwächere, bald stärkere Ströme auf das Eisen wirken. Der Unterschied in der Stromstärke regelt die Bewegung, daher der Name Differentiallampe. Das elektrische Bogenlicht zeichnet sich, von der Bequemlichkeit seiner Handhabung abgesehen, durch seine relative Gefahrlosigkeit und Helligkeit aus und kommt in Bezug auf Glanz und Weiße dem Tageslicht am nächsten.

Die großen Erfolge der Elektrotechnik im letzten Jahrhundert wären nicht möglich gewesen, wenn nicht die theoretische Arbeit der Gelehrten vorgearbeitet hätte; sie wären wirtschaftlich nicht ausnutzbar geworden, wenn es nicht gelungen wäre, genaue Methoden zur Messung der elektrischen Kräfte festzustellen. Denn es kommt einem Käufer von elektrischen Maschinen genau so, wie beim Kaufe einer Dampfmaschine, auf die Größe der Arbeitsleistung an. Nach dieser pflegt er seinen Preis zu bestimmen. Darum war es nothwendig, gewisse Maßeinheiten für die Elektrizität zu schaffen. Es traten deshalb in den Jahren 1881, 1882 und 1884 zu dem genannten Zweck die hervorragendsten wissenschaftlichen und technischen Vertreter der Elektrotechnik im Auftrage ihrer Regierungen in Paris zusammen. Man einigte sich damals über Namen, Definition und Herstellung der elektrischen Maßeinheiten und hat sodann später, besonders auf Grund der Vorschläge von H. Helmholtz, auf dem Elektrikerkongresse zu Chicago im Jahre 1893 die Bestimmungen weiter ausgearbeitet und vertieft. Sie werden jetzt überall in der Technik verwendet.

Die Prüfung und Kontrolle der in der Praxis benutzten elektrischen Meßapparate liegt in Deutschland der Physikalisch-technischen Reichsanstalt ob, welche der Hochherzigkeit von Werner v. Siemens ihre Entstehung verdankt. Dieser Gelehrte schenkte dem Deutschen Reiche ein umfangreiches Grundstück in Charlottenburg bei Berlin, im Werthe von einer halben Million Mark, auf welchem nach Bewilligung der Mittel seitens des Reichstages der stolze Bau der physikalischen Reichsanstalt errichtet wurde, die ihre Arbeiten im Herbste 1887 begann. Ihr erster Präsident wurde H. v. Helmholtz, dem nach seinem Tode der damalige Professor der Physik an der Berliner Universität, Friedr. Kohlrausch folgte, der sie noch gegenwärtig leitet.

Man hat wohl häufig, um eine bessere Anschauung zu gewinnen, den elektrischen Strom mit einer Flüssigkeit verglichen. In diesem Sinne kann man die Elektrizitätsquelle, z. B. die galvanische Batterie als ein Reservoir, den Leitungsdraht als das gekrümmte Ausflußrohr ansehen, durch welche die Flüssigkeit, sagen wir Wasser, fließt. Das Wasser bewegt sich dann, wenn es unter einem gewissen Drucke steht, der es aus dem Reservoir in die Röhre hinein und in das Reservoir zurückpreßt. Von der Wassermenge und dem Druck hängt die etwa geleistete Arbeit ab. Ganz ähnlich bezeichnet man als Stromstärke die in der Zeiteinheit aus der Batterie aus-

tretende Elektrizitätsmenge, als **Spannung** oder **elektromotorische Kraft** den Druck, unter dem die Elektrizitätsmenge steht und als **Widerstand** die Reibung, welche sie zu überwinden hat. Für diese drei Begriffe hat man die Namen Ampère, Volt und Ohm gewählt und bezeichnet als 1 **Ampère** die Stromstärke, welche in einer Sekunde 0,1740 ccm Knallgas (Mischung der Elemente des Wassers, Sauerstoff und Wasserstoff) von normalem Druck und normaler Temperatur aus dem Wasser entwickelt, oder 0,3284 mg Kupfer oder 1,118 mg Silber aus ihren Salzlösungen elektrolytisch abscheidet; als 1 **Ohm** den Widerstand, welchen ein Quecksilberfaden von 106,3 cm Länge und 1 qmm Querschnitt bei einer Temperatur von 0 Grad dem elektrischen Strome entgegengesetzt. Da nun nach dem durch Ohm bewiesenen Gesetz die Stromstärke gleich ist der elektromotorischen Kraft, dividirt durch den Widerstand, so genügt es 2 dieser 3 Größen zu kennen, um die dritte zu bestimmen. So bezeichnet man als 1 **Volt** diejenige Spannung, welche in einem Leiter von dem Widerstand eines Ohm, einen Strom von 1 Ampère erzeugt. So besitzt die Spannung in einem Daniellschen Element nahezu die Größe von 1 Volt.

Die vorstehend gegebene Darstellung der Erfolge, welche theoretisch wie praktisch die Elektrizitätslehre im Laufe des neunzehnten Jahrhunderts errungen hat, dürfte es rechtfertigen, wenn wir die am Eingange des Kapitels über die Elektrizität citirten Goetheschen Worte heute als nicht ganz zutreffend mehr bezeichnet haben. Nichtsdestoweniger müssen wir uns doch gegenwärtig halten, daß auch jetzt noch vieles auf dem behandelten Gebiete dunkel und unerklärt geblieben ist. Für alle anderen Naturerscheinungen, welche sich auf reine Bewegung zurückführen lassen, für den Schall, die Wärme und das Licht, haben wir in unseren Sinnen schon von der Natur selbst die einfachsten Hülfsmittel zu ihrer Erforschung mitbekommen; wir hören, fühlen und sehen sie. Für die Elektrizität aber nicht; denn wir besitzen keinen elektrischen Sinn. Wir können die elektrische Kraft nur dadurch wahrnehmen, daß sie sich in andere Erscheinungsformen verwandelt. Davon aber, was eigentlich Elektrizität ist, haben wir noch keine begründete Vorstellungen. Wir vermuthen zwar auf Grund vieler Anhaltspunkte, daß auch sie im Grunde nur ein mechanischer Zustand oder eine mechanische Bewegung ist, aber wir haben noch keine vollständige genügende Vorstellung davon, welcher Art dieser Zustand oder diese Bewegung ist. Wohl wissen wir, daß die elektrischen Erscheinungen sich in dem Lichtäther abspielen, gleichzeitig aber auch, daß an ihnen nicht bloß Bewegungen des Aethers sich betheiligen, sondern auch die körperlichen Moleküle oder Atome mitwirken. Darum sind die Bezeichnungen wie elektrischer Strom, Elektrizitätsmenge, Spannung u. s. w. nur vergleichsweise und nicht wörtlich zu nehmen. Wir dürfen beispielsweise, wenn wir von Elektrizitätsmenge sprechen, nicht an eine Stoffmenge denken, die etwa in größerer oder geringerer Menge vorhanden ist, denn nur zum Theil zeigt die Elektrizität

die Eigenschaften eines Stoffes, ebensowenig deckt sich der Ausdruck elektrischer Strom durchweg mit dem, was wir sonst Strom nennen und so fort. Alle diese Bezeichnungen sind nur Ausdrücke für die beobachteten Erscheinungen, aber keine Erklärungen derselben.

So bleibt also der fortschreitenden Wissenschaft noch ein guter Theil des Weges zurückzulegen übrig, der als verheißungsvolles Ziel die letzte Erkenntniß des Zusammenhanges der elektrischen Naturerscheinungen unter sich und mit den übrigen Naturvorgängen uns erschließt. Getrost aber dürfen wir annehmen, daß der betretene Pfad der richtige ist.

Und wenn das zwanzigste Jahrhundert nur annähernd das leistet, was das neunzehnte geschaffen, wenn nur ein Theil jener Zahl genialer Forscher in ihm entsteht, die uns die verflossenen hundert Jahre gegeben haben, so wird, dessen können wir sicher sein, nach weiteren 100 Jahren ein anderes, vollkommeneres Bild von der elektrischen Kraft sich vor der Menschheit aufrollen, die immer mehr gewahren wird, daß die Elektrizität, die unsern Sinnen unzugängliche Kraft, diejenige ist, welche unter allen Kräften im Universum die bei weitem größte Rolle spielt.

Das Deutsche Jahrhundert
Abtheilung XI.

Geschichte der Chemie

im

neunzehnten Jahrhundert

von

Dr. A. Wilhelmj.

Berlin 1901.
Verlag von F. Schneider & Co.
H. Klinsmann.

Einleitung.

Um zu erweisen, welche enorme Entwicklung die Chemie im neunzehnten Jahrhundert genommen hat, erscheint es nothwendig, einen kurzen Rückblick auf die Chemie in früheren Zeiten voranzuschicken.

Bereits im Alterthum finden sich viele empirische chemische Kenntnisse. Vor Allem waren es die Aegypter zur Zeit der Pharaonen, bei denen die Kunst des Färbens und der Glasbereitung in Blüthe stand, wie auch Grünspan und Bleiweiß damals bereits zur Pflaster- und Salbenbereitung verwandt wurden. Diese Kunst, die nur in den Tempeln von Priestern ausgeübt wurde, ist jedoch lange Zeit sehr geheim gehalten worden; erst mit dem Zerfall des Reiches drangen die chemischen Kenntnisse an die Außenwelt und vor Allem waren es da die Griechen, die diese Wissenschaft in ihre Heimath verpflanzten.

Aber dort trieb die Chemie keine Blüthen und dies war bei den damaligen Anschauungen der Griechen auch nicht möglich. Die Führerin des geistigen Lebens in Griechenland war die Spekulation, und eine Wissenschaft, wie die Chemie, die nur auf Erfahrung und Beobachtung basirt, konnte unter solchen Auspicien unmöglich gedeihen. Aristoteles beschäftigte sich zwar mit Experimenten, aber sie waren ungenau und hatten auf die Entwicklung der Chemie keinen Einfluß. Seine bekannte Theorie von den vier Elementen: Wasser, Feuer, Luft und Erde, sowie von einem fünften Element (quinta essentia, Quinteſſenz) noch höherer ätherischer Natur spielt bei seinen Nachfolgern noch eine große Rolle.

Erst mit dem vierten Jahrhundert n. Chr. beginnt eine Zeit, in der man sich mehr für die praktische Ausübung der Chemie zu interessiren scheint. Allerdings lag damals wissenschaftliches Interesse noch gänzlich fern, es war zunächst ein rein materielles, das die Gelehrten jener Zeit veranlaßte, sich mit der Chemie zu beschäftigen; sie suchten nämlich nur Eines: Gold künstlich darzustellen. Diese Zeit, die sich bis ins fünfzehnte Jahrhundert, ja vereinzelt noch

Eine ausführliche Geschichte der Chemie hat Hermann Kopp geschrieben. Es ist dies Buch überhaupt eines der besten, die je eine Wissenschaft in ihrer Entstehungsweise verfolgt haben. (Braunschweig 1843 bis 47).

viel länger, erstreckte, nennt man das Zeitalter der Alchemie (Al = der arabische Artikel). Während dieser ganzen Epoche war das unablässige Bemühen sämmtlicher Chemiker nur darauf gerichtet, ein Präparat, den sog. Stein der Weisen, ausfindig zu machen, das im Stande sein sollte, Quecksilber oder irgend ein geschmolzenes unedles Metall in Gold zu verwandeln.

Erst aus dem achten Jahrhundert sind genauere Nachrichten über chemische Kenntnisse überliefert. Die Alchemie stand zu dieser Zeit in besonderer Blüthe bei den Arabern. Unter diesen war es Geber, der bereits mit einer ganzen Reihe chemischer Operationen vertraut war. So stellte er Schwefelsäure, Salpetersäure, Potasche, Soda, Höllenstein dar; das Umkristallisiren, Filtriren, Destilliren und die Anwendung des Wasserbades waren ihm geläufige Dinge.

Eine eigenthümliche Anschauung über die Natur der Metalle herrschte während der ganzen Epoche der Alchemie. Man glaubte, daß alle Metalle Schwefel und Quecksilber in verschiedenen Mischungen enthielten, und zwar hatte die Menge des Schwefels Einfluß auf die Farbe, die des Quecksilbers auf den Schmelzpunkt. —

In Deutschland ist als erster Alchemist Albertus Magnus (1193—1280) zu erwähnen; er war eifriger Anhänger der Metallverwandlung und bewegt sich vollständig in den Bahnen Gebers. In seinem Werk „De mirabilibus mundi" beschreibt er die Bereitung des Schießpulvers, das er nach Angaben eines Marcus Graecus aus dem achten (?) Jahrhundert darstellte.

In England war es Roger Baco, der „Doctor mirabilis", (1224—1284), der durch vielseitige Gelehrsamkeit hervorragte. Seine Bedeutung als Chemiker ist für jene Zeit nicht so groß in praktischer, als vielmehr in theoretischer Beziehung.

In gleich hohem Ruf als Alchemist stand Arnold Villanovanus (1235—1312), der gleichfalls Anhänger der arabischen Schule war. Villanovanus schrieb dem „trinkbaren Golde" große arzneiliche Kraft zu; ein Glaube, der sich noch mehrere Jahrhunderte lang erhielt. Quecksilber wandte er äußerlich an, und die Heilkraft der sog. grauen Salbe war ihm wohlbekannt. Er stellte Terpentinöl und Rosmarinöl dar, ferner den Weingeist, den er durch Destilliren des Rothweines erhielt.

Ein anderer Alchemist von Bedeutung ist Raymundus Lullus (1235—1315). Derselbe war sehr geschickt im praktischen Arbeiten; er giebt gute Verfahren an, wie man sich bei der Ausführung chemischer Operationen am besten vor Verlusten schützen könne. Um lang andauernde, gelinde Wärme hervorzurufen, bediente er sich des Pferdemistes, dem er etwas Kalk zusetzte; auch beschreibt er Verfahren, wie man aus erdigen Wassern Edelsteine herzustellen vermöge — Vorgänge, die natürlich nur in seiner Phantasie sich zu ereignen vermochten.

Als nächster hervorragender Alchemist ist Basilius Va-

lentinus zu nennen, der im fünfzehnten Jahrhundert lebte. Derselbe kannte bereits viele Metalle und ist der Entdecker der Salzsäure, die er aus Kochsalz und Vitriol darstellte. Auch giebt er Verfahren an, wie Weingeist mittelst Salpetersäure oder Salzsäure versüßt (ätherificirt) werden kann. Den Pferdemist, der nach Raymund Lullus Vorgang sehr in Aufnahme bei den Alchemisten gekommen war, verwarf er der Unreinlichkeit halber durchaus. Basilius Valentinus war der letzte bedeutende Alchemist.

Allmählich änderten sich die Anschauungen. Die Gründung neuer Hochschulen, die Entdeckung der Buchdruckerkunst fallen in jene Zeiten, und so ist es nur erklärlich, daß ein großer Aufschwung in sämmtlichen Wissenschaften, nicht zum wenigsten in der Chemie, hervorgerufen wurde. Die Reformation vollendete dann den Anstoß, nicht mehr bei Hergebrachtem stehen zu bleiben, sondern nur das für richtig zu halten, was auf eigener Ansicht und Erfahrung beruht. Und so begann auch für die Chemie eine neue Zeit, der wegen der vorzüglich herrschenden Tendenz der Name des medicinischen Zeitalters gegeben worden ist.

Die leitende Richtung für die Chemie in jener Epoche war die Erforschung der Vorgänge im menschlichen Körper; darum waren es auch vorzugsweise Aerzte, die sich mit ihrer Theorie befaßten. Als erster und, was Begabung anlangt, wohl auch bedeutendster der Jatrochemiker, (dies ist der Name medicinischer Chemiker), tritt Paracelsus (1493—1541) auf. Paracelsus glaubte noch fest an den Stein der Weisen, und giebt sogar einmal an, er habe ihn gefunden. Er experimentirte sehr viel, stellte zahlreiche Tinkturen und Essenzen aus Pflanzen her, für deren Einführung in die Heilkunde er außerordentlich thätig war; ihm gebührt das unbestrittene Verdienst, der Begründer der heutigen Pharmacie zu sein.

Paracelsus war der Meinung — und diese erhielt sich während der ganzen Dauer der Jatrochemie —, daß im menschlichen Körper Salz, Schwefel und Quecksilber vorhanden wären. Unter Salz versteht er das, was nicht verbrennt und sich nicht verflüchtigt. Sind diese drei Körper — Salz, Schwefel, Quecksilber — im richtigen Verhältniß im menschlichen Organismus, so ist derselbe gesund, andererseits werden durch das Vorwalten des einen oder des anderen Krankheiten bedingt.

Ein Zeitgenosse von Paracelsus: Agricola (1494—1555) betheiligte sich nicht an den medicinisch-chemischen Forschungen seiner Zeit. Er beschäftigte sich dagegen hauptsächlich mit der Gewinnung von Metallen und ist der erste, der klare, zusammenhängende Angaben über die Metallurgie macht. Seine Muffeln, Tiegel, Aschenkapellen usw. erhielten sich beinahe unverändert bis gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts. Als Chemiker, der, wenn auch nicht Verbreiter der herrschenden Richtung, so doch große Verdienste um die technologische Chemie hat, gebührt ihm ein ehrenvoller Platz in der Geschichte der Chemie.

Unter den Nachfolgern Paracelsus' war ein bedeutender Jatrochemiker Libavius († 1616), der zuerst die Schwefelsäure durch Verbrennen des Schwefels mit einem Zusatz von Salpeter darstellte. Auch wußte er verschieden-gefärbte Glasflüsse zu erzeugen. Als sein besonderes Verdienst ist hervorzuheben, daß er der Erste war, der ein chemisches Lehrbuch herausgab. Dasselbe erschien 1595 unter dem Titel: Alchymia collecta, accurate explicata et in integrum corpus redacta. Das Buch wurde oft wieder aufgelegt und galt lange Zeit als das beste Lehrbuch über die Chemie.

Der Holländer van Helmont (1597—1644) war ebenfalls Anhänger, wenn auch nicht unbedingter, der Theorieen des Paracelsus. So verwarf er die Lehre vom Salz, Schwefel und Quecksilber. Bei ihm findet sich zuerst der Name „Gas", und zwar unterscheidet er genau Luft, Gase und Dämpfe. — (Der Name „Gas" ist von „Gäscht"-gähren abgeleitet und wurde zuerst von van Helmont 1630 zur Unterscheidung jener Stoffe von Luft angewendet. —) Speciell beschäftigte er sich mit dem „gas sylvestre", der Kohlensäure, und hat werthvolle Beiträge über das Vorkommen und Verhalten dieser Gasart geliefert. Was seine medicinisch-chemischen Kenntnisse anlangt, so glaubte er, daß im menschlichen Körper Säuren und Laugen die Vorgänge im Organismus hervorrufen. Hierzu kommt noch als dritter wichtiger Punkt die Gährung; diese ist bei ihm auch die Ursache der Fortpflanzung und Entwicklung.

Der letzte bedeutende Jatrochemiker ist Glauber (1600—1660). Glauber hat große Verdienste um die Darstellung der Mineralsäuren. Er ist der Erste, der die aus der Bildung der Säuren resultirenden Salze gewann, so vor Allem das schwefelsaure Natron, dem er wunderbare medicinische Eigenschaften zuschrieb und deshalb den Namen „Sal mirabile" gab.

Das jatrochemische System hatte den großen Fehler, der darin bestand, daß es alle Vorgänge im menschlichen Organismus erklären wollte. Die Annahme der Gegenwart von Säure und Lauge im Körper, von Gärung, die alle Vorgänge bedingt, konnte sich auf die Dauer nicht halten. Da die Chemie sich bereits in dem Stadium befand, daß jede Einzelheit durch nicht widerlegliche Beobachtungen festgelegt war, und die Säuren, die sich im Organismus befinden sollten, andererseits direkt unbekannt waren, war der Sturz der Jatrochemie durch ihre eigenen Theorieen bedingt, blieb auch nicht aus. Und dies zeitigte das Gute, daß die Chemie sich von der Medicin, als deren Nebenwissenschaft sie bisher nur galt, trennte und ihre eigenen Bahnen einschlug.

So stand der freien Forschung in der Chemie nichts mehr im Wege. Bisher konnte von einer solchen nicht die Rede sein, da alle Chemiker eine bestimmte Tendenz verfolgt hatten. Im Zeitalter der Alchemie war das ganze Streben der Chemiker darauf gerichtet, Gold aus unedlen Metallen zu gewinnen, und während der Dauer des jatrochemischen Systems wurde die Chemie nur als Grundlage

zur medicinischen Forschung betrieben. Wenn auch in der kommenden Epoche der Glaube an eine Transsubstanziation durchaus noch nicht ganz erloschen war, ebenso wie sich noch namhafte Gelehrte als Anhänger der Paracelsischen Ideen bekannten, es war doch die herrschende Richtung eine gänzlich andere geworden. Vieles war bereits über Mineralsäuren, Metalle usw. bekannt, und so erhob sich denn auch die Frage nach der Zusammensetzung dieser Körper. Aber auch diese Frage trat zunächst nicht so in den Vordergrund wie eine andere, nämlich die des Verbrennungsprocesses. Man hat diesen Zeitabschnitt deshalb das Zeitalter der phlogistischen Theorie (φλόξ=Flamme) genannt.

Seit langem nahm man an, daß eine Substanz, wenn sie verbrennt, etwas vorher in ihr Enthaltenes abscheidet, das die Verbrennung bedingt; was dies jedoch war, konnte man nicht sagen, doch hinderte solcher Mangel Stahl nicht, die einfache Beobachtung als Theorie aufzustellen. Den Stoff, der sich aus der verbrennenden Substanz abscheidet, nannte er Phlogiston. Alle verbrennbaren Körper haben nach Stahl solches Phlogiston in sich, und zwar hat die Kohle am meisten. — Die Lehre gewann außerordentliche Verbreitung und war in der Folge ein Leitfaden für Alle, die sich mit diesen Erscheinungen befaßten.

Merkwürdig ist dabei, daß es den meisten bedeutenden Chemikern zu damaliger Zeit wohl bekannt war, daß ein Metall nach dem Verkalken (das, was man heute unter Oxydation versteht; Verkalkung, Oxydation und Verbrennung ist derselbe Begriff) mehr wiegt als vor demselben und dabei noch eine Substanz, das Phlogiston, abgeben soll. Man machte sich den directen Widerspruch, der hierin liegt, gar nicht klar, legte vielmehr der erwähnten Erscheinung als einer zufälligen kein Gewicht bei. Daß sich diese Theorie in der Folge natürlich nicht halten konnte, liegt auf der Hand. Trotzdem hat die Epoche der Phlogistontheorie viel Gutes in der Chemie gestiftet, denn man fing an, sich mit der Qualität der chemischen Substanzen mehr zu beschäftigen, während hierauf bisher fast ohne Ausnahme kein Gewicht gelegt worden war. Mit der Quantität der Körper hat man sich zu jener Zeit allerdings noch gar nicht abgegeben.

Der erste Chemiker des neuen, phlogistischen Zeitalters war Boyle (1627—1691). Von ihm zuerst wurde die Kunst des richtigen Experimentirens ausgebildet, die bisher noch sehr im argen lag. Während alle seine Vorgänger versucht haben, auf trockenem Wege, durch Glühen, Umschmelzen usw. die Metalle zu unterscheiden, ist er der Erste, der sich des nassen Weges, d. h. der Körper in Auflösung, zum Zwecke der Analyse bediente. So ist er als der Vater der heutigen analytischen Chemie zu betrachten.

Stahl (1660—1734) hat viel über Säuren gearbeitet und besaß auf diesem Gebiet ausgiebige Kenntnisse. Seine Phlogistontheorie ist bereits erwähnt.

Cavendish's (1731—1810) berühmteste Forschungen sind

vor Allem die über Wasserstoffgas sowie über Kohlensäure. Das erstere Gas hielt er seiner Brennbarkeit wegen für identisch mit Phlogiston. Seine Beschreibungen chemischer Operationen unterscheiden sich schon wesentlich von denen seiner Vorgänger, da sie bereits in der Art geschrieben sind, wie die neueren allgemein gehalten werden. Eine hervorragende Arbeit von Cavendish ist die über die atmosphärische Luft. Ferner beweist er, daß bei der Verbrennung von Wasserstoff in der Amosphäre Wasser entstehe, kommt jedoch nicht zu dem Schluß, welche Gasart dies bedingt.

Ein Zeitgenosse von Cavendish, Priestley, (1733—1804), arbeitete ebenfalls über Gase und ist er der Entdecker der meisten wichtigen Gasarten. Seine bedeutendste Entdeckung ist die im Jahre 1774 erfolgte Auffindung des Sauerstoffs. Priestley erkannte, daß der Sauerstoff die Verbrennung lebhafter unterhält, als die atmosphärische Luft, zog aber trotzdem nicht die Folgerung daraus, daß die Verbrennung direct die Vereinigung eines Körpers mit Sauerstoff ist. Es hinderte ihn an dieser Erkenntnis sein unbedingter Glaube an die Stahlsche Phlogistontheorie.

Der letzte wichtige Chemiker dieses Zeitalters ist Scheele. (1742—1786). Dieser geniale Forscher übertraf, was Zahl und Wichtigkeit seiner Entdeckungen betrifft, bei Weitem sämmtliche Vorgänger. Er ist der Erste, der sich mit organischer Chemie beschäftigte, und seine Arbeiten über Weinsteinsäure, Kleesäure, Aepfelsäure, Citronensäure, Milchsäure, Harnsäure ꝛc. sind für jene Zeit von ungemeiner Wichtigkeit. Bei einer Arbeit über den Braunstein entdeckte er das Chlor (dephlogistisirte Salzsäure, wie er es nannte). Ferner ist Scheele der Entdecker des Baryts, wie er auch ganz selbstständig, ohne von Priestleys Arbeiten Kenntniß zu haben, den Sauerstoff entdeckte. Auch er ist noch Anhänger der Phlogistontheorie. —

Die Lehre vom Phlogiston kam, wie vorauszusehen war, zu Fall. Dies konnte selbstverständlich, da noch viele hochbedeutende Chemiker Vorurtheile gegen Alles, was gegen die Phlogistontheorie gerichtet war, hegten, nicht auf einmal erfolgen, und es hat von der ersten Erschütterung bis zum definitiven Sturz dieser Theorie ungefähr zwanzig Jahre gedauert. 1785 trat an Stelle des alten Systems ein neues, dem wegen der nun herrschenden Richtung der Name des quantitativen Zeitalters gegeben worden ist. Der Begründer der neuen Richtung ist Lavoisier (1743—1794).

Schon vor Lavoisier hatten einzelne Chemiker die Ursache der Gewichtsvermehrung bei der Verkalkung in einer Absorption eines Bestandtheiles der Luft erkannt, vermochten jedoch nicht den genügenden Beweis zu erbringen, daß dies auch wirklich der Fall ist. Es ist das außerordentliche Verdienst Lavoisiers, daß er nicht nur die Unrichtigkeit der alten Theorie nachwies, sondern daß er auch eine neue an deren Stelle setzte. Er bewies, daß bei der Verkalkung der Metalle sowie bei der Verbrennung überhaupt sich ein Körper aus der Atmosphäre mit der betreffenden Substanz verbindet, und

daß damit die Gewichtszunahme zu erklären ist. Er erkannte, auf einen Hinweis Priestleys, daß dieser Körper der Sauerstoff ist. Dieses Experiment schuf die weitere logische Schlußfolgerung, daß es weder eine Schaffung, noch eine Zerstörung der Materie giebt, sondern nur eine Verbindung oder eine Trennung einzelner Körper.

Durch die Lavoisiersche Theorie, die noch heute den herrschenden Anschauungen entspricht, ist die Grundlage zur Erkennung der chemischen Elemente als solcher Körper gegeben, die nicht weiter zerlegt und auch nicht in einander verwandelt werden können. Damit war der ganzen alchemistischen Richtung das Todesurtheil gesprochen. Weiter konnte man auch daran gehen, mit Hilfe der Waage, die von jetzt an die wichtigste Rolle in der Chemie spielt, die Atomgewichte der Elemente festzustellen. Auf die unendlichen Consequenzen, die sich aus allem Diesem ergeben, einzugehen, ist hier nicht der Platz, es möge nur noch mit einigen Worten der Arbeiten Lavoisiers gedacht werden.

Die erste Arbeit Lavoisiers bestand darin, daß er die Meinung von einer Umwandlung des Wassers in Erde widerlegte. Ganz selbstständig, nur auf anderem Wege, hatte auch Scheele dies bewiesen. Im Jahre 1772 beginnen die Arbeiten Lavoisiers über die Reform der Verbrennungstheorie, die 1785 als beendet anzusehen sind. Als hochbedeutend neben anderen sehr wichtigen Arbeiten ist noch zu erwähnen die über die Zusammensetzung des Wassers, deren Bestandtheile — Wasserstoff und Sauerstoff — er richtig erkannte.

Die antiphlogistische Theorie hat sich in Deutschland erst ungefähr 10 Jahre später verbreitet, als in Frankreich. In dem Lande, in dem Stahl seine Ideen entwickelt und seine Theorien aufgestellt hatte, hielt man mit hartnäckiger Ausdauer und starken Vorurtheilen an der einmal gefaßten Meinung fest. Es ist das Verdienst Klaproths (1743—1817), daß er der Berliner Akademie vorschlug, die Lavoisiersche neue Theorie zu prüfen; durch eine Bestätigung der Angaben Lavoisiers wurden Klaproth und die anderen naturwissenschaftlichen Mitglieder der Akademie Anhänger der neuen Theorie. Ihnen folgten bald die Mehrzahl der hervorragenden Chemiker Deutschlands.

In kurzen Zügen geschildert, ist dies der Standpunkt der chemischen Wissenschaft an der Wende des neunzehnten Jahrhunderts. Es läßt sich nicht leugnen, daß schon bis dahin epochemachende Entdeckungen gemacht worden sind, und dies gilt besonders für das letzte Viertel des achtzehnten Jahrhunderts. Was aber im neuen Jahrhundert in der Chemie geleistet werden sollte, das ahnte damals Niemand und konnte auch Niemand ahnen. Heute hätte man nur nötig, sich den Stand dieser Wissenschaft vor fünfzig Jahren ins Gedächtniß zu rufen — welch unendliche Umwälzung auf allen Gebieten hat seit dieser Zeit stattgefunden! Welcher Rückschritt in Industrie und Landwirthschaft, Handel und Gewerbe würde es bedeuten, wenn diese

durch viel Genie und Glück erworbenen Vortheile, die uns völlig jetzt kaum bewußt sind, auf einmal wieder verschwänden!

Es ist eine ebenso dankbare als schwierige Aufgabe, diese Entwicklung zu schildern; schwierig insofern, als sich speziell die neuesten Forschungen und Entdeckungen in ihrer Tragweite noch gar nicht übersehen lassen. Es soll versucht werden, durch Darstellungen der einzelnen specialen Gebiete vom heutigen Standpunkte der Wissenschaft genauen Bericht und damit erschöpfende Kenntniß zu geben.

Analytische Chemie.

Die analytische Chemie gliedert sich in qualitative und quantitative Chemie; reichen auch jener Anfänge ziemlich weit zurück, so gehört sie dennoch wie ihre jüngere Schwester, die quantitative Chemie, der Entwicklung nach ganz ins neunzehnte Jahrhundert.

Die ersten Spuren qualitativer Analyse lassen sich in der Pharmazie nachweisen, der es darauf ankam, Bestandtheile als brauchbar empfohlener Arzneimittel zu erkennen; wie aber eine korrekte qualitative Analyse anzustellen ist, darüber finden sich erst im neunzehnten Jahrhundert Angaben. Lampadius und Göttling gaben solche

Abkürzungen: **A.** = Liebigs Annalen der Chemie und Pharmacie. — **A. ch.** = Annales de chimie et de physique. — **Am.** = American chemical Journal. — **Am. Soc.** = Journal of the american chemical society. — **B.** = Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. — **Bl.** = Bulletin de la société chimique de Paris. — **Chem. N.** = Chemical News. — **C. r.** = Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. — **D.** = Dinglers polytechnisches Journal. — **Fr.** = Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie. — **G.** = Gazzetta chimica italiana. — **H.** = Hoppe-Seylers Zeitschrift für physiologische Chemie. — **J.** = Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. — **J. pr.** = Journal für praktische Chemie. — **J. Th.** = Jahresbericht über die Fortschritte der Thierchemie. — **M.** = Monatshefte für Chemie. — **P.** = Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. **Ph. T.** = Philisophical transactions. — **R.** = Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. — **Soc.** = Journal of the chemical society. — **Z.** = Zeitschrift für analytische Chemie. — **Z. p.** = Zeitschrift für physikalische Chemie.

Lampadius, Wilhelm August, geb. 1772 zu Hehlen in Braunschweig. Er war zuerst Apotheker in Göttingen, dann 1795 Professor der Chemie in Freiberg. Gest. 1844. — Schriften: „Grundriß der Elektrochemie" (Göttingen 1817); „Erfahrungen im Gebiete der Chemie und Hüttenkunde" (Göttingen 1816 und 1817); „Handbuch der Hüttenkunde" (das. 1801—10, 4 Bde., 2. Aufl. 1817—18, Supplemente dazu 1818—26); „Handb. zur chem. Analyse der Mineralien" (das. 1801).

Göttling, Johann Friedrich August, geb. 1755 zu Derenburg bei Halberstadt. Widmete sich zunächst der Pharmazie, war später Professor der Chemie

Anleitungen heraus, in denen die damals besten analytischen Methoden zusammengefaßt waren. An Bedeutung traten diese aber weit hinter der 1841 zuerst erschienenen „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse" von R. Fresenius zurück; der hier eingeschlagene Weg ist hie und da erweitert, jedoch noch heute fast unverändert und allgemein im Gebrauch.

Es giebt zwei Wege zur Ermittelung der Bestandtheile einer Verbindung, den sog. trockenen und den nassen: d. h. man untersucht die Körper entweder in ihrer ursprünglichen Gestalt oder deren Auflösung in passenden Lösungsmitteln. Den letzteren Weg schlug zuerst Bergmann ein, und hat sich auf dessen Grundlage die heutige analytische Methode herausgebildet. Der vordem ausschließlich in Gebrauch gewesene trockene Gang der Analyse, der auch heute noch einen Theil der Gesammtuntersuchung bildet, machte erhebliche Fortschritte durch den im achtzehnten Jahrhundert in Aufnahme gekommenen Gebrauch des Lötrohrs, das ein wichtiges Mittel ist, die Bestandtheile speziell von Mineralien zu erkennen. Von Bergmann und Gahn in die Chemie eingeführt, wurde seine Anwendung hauptsächlich durch Berzelius[1]) vervollkommnet. Später ist es durch die Bunsenschen Flammenreaktionen[2]) zum Theile wieder verdrängt worden.

Das wichtigste Ereigniß im Gebiete der qualitativen Analyse auf trockenem Wege ist die Einführung der Spektralanalyse[3]) in die

in Jena, gest. 1809. — Schriften: „Handbuch der theoretischen und praktischen Chemie" (Braunschweig 1798—1800); „Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker" (begründet 1780, 1802—29 von Anderen fortgesetzt); „Praktische Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie" (das. 1802).

Fresenius, Karl Remigius, geb. 1818 in Frankfurt a. M., widmete sich seit 1836 der Pharmazie, studirte in Bonn und Gießen Chemie, war von 1841 an Assistent bei Liebig und habilitirte sich 1843 in Gießen, wurde 1845 Professor der Chemie, Physik und Technologie am landwirthschaftlichen Institute in Wiesbaden; 1848 gründete er sein bekanntes Laboratorium. F. hat speziell außerordentliche Verdienste um die analytische Chemie. Gest. 1897. — Schriften: „Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse" (Bonn 1841, 17. Auflage 1895); „Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse" (Braunschweig 1846, 6. Auflage 1873—87, 2 Bde.); „Lehrbuch der Chemie für Landwirthe" (Braunschweig 1847). Er begründete 1862 die „Zeitschrift für analytische Chemie" (Wiesbaden). Zusammen mit Wiel gab er heraus: „Neue Verfahrungsweisen zur Prüfung der Potasche und Soda, der Aschen, der Säuren" (Heidelberg 1843). Die „Anleitungen" sind in fast alle lebenden Sprachen übersetzt.

Bunsen, Robert Wilhelm, geb. 1811 zu Göttingen, habilitirte sich 1833 dortselbst, kam 1836 nach Kassel als Nachfolger Wöhlers, wurde 1838 Professor in Marburg, 1851 in Breslau, 1852 in Heidelberg. Er arbeitete über Doppelcyanüre, die Kakodylreihe, chemische Verwandtschaft, das Schießpulver. B. ist Ent-

[1]) Berzelius, „Ueber die Anwendung des Lötrohrs in der Chemie und Mineralogie" (Nürnberg 1821). — [2]) A. **138**, 257. — [3]) P. **110**, 161.

Chemie durch Kirchhoff und Bunsen im Jahre 1860. Jeder zur Weißgluth erhitzte Körper zeigt ein continuirliches Spectrum, d. h. alle Farben von roth bis violett; glühende Gase der Körper zeigen dagegen ein unterbrochenes Spektrum, d. h. nur einzelne Linien — entweder eine blaue und rothe, oder eine gelbe u. s. w. Auf solcher Beobachtung basirt die geniale Entdeckung der beiden Forscher, die dieselbe zur Unterscheidung der einzelnen Elemente benutzten und damit der Chemie ein ganz neues Gebiet erschlossen haben. Die Spektralanalyse allein ermöglichte u. A. die Begründung der astronomischen Chemie, die uns in den Stand setzt, Elemente, die auf der Erde vorkommen, auch auf den Fixsternen und der Sonne nachzuweisen und somit die mechanische Zusammensetzung derselben zu erkennen. Ueber die Entdeckung neuer Elemente mittelst der Spektralanalyse wird bei der Darlegung der reinen Chemie Erwähnung geschehen.

Auf dem Gebiete der quantitativen Analyse war vor Lavoisier wenig oder nichts bekannt. Bergmann als erster schlug vor, die einzelnen Bestandtheile der Verbindungen so von einander zu trennen, daß man sie in Verbindungen bekannter Formen überführen und aus dem Gewichte dieser dann auf das Gewicht des in Frage kommenden Körpers schließen sollte. Auf diesen Ideen fußend hat Lavoisier den ersten Anlaß gegeben, die Quantität der Verbindungen näher zu betrachten; er ist es gewesen, der zuerst die Wichtigkeit der Waage erkannte und ihr den Platz bei Untersuchungen anwies, den sie heute noch inne hat. Die ersten Arbeiten Lavoisiers auf diesem Gebiete, dem er von Anfang an größte Beachtung widmete, waren Untersuchungen von Sauerstoffverbindungen; ferner untersuchte er mit Erfolg die Zusammensetzung der Luft, der

decker des Eisenhydroxyds als Gegengift gegen arsenige Säure. Er konstruirte den nach ihm benannten Gasbrenner, ein galvanisches Element 2c. B. ist hervorragend bethätigt bei der Ausbildung der Gasanalyse. Gest. 19. August 1899 in Heidelberg. — Schriften: „Schreiben an Berzelius über die Reise nach Island" (Marburg 1846); „Ueber eine volumetrische Methode von sehr allgemeiner Anwendbarkeit" (Heidelberg 1854); „Chemische Analyse durch Spektralbeobachtungen" (Wien 1861, in Gemeinschaft mit Kirchhoff); „Anleitung zur Analyse der Aschen und Mineralwässer" (Heidelberg 1874, 2. Aufl. 1887); „Flammenreaktionen" (das. 1880, 2. Auflage 1886), 2c.

Kirchhoff, Gustav Robert, geb. 1824 in Königsberg, studirte dort Mathematik und Physik, habilitirte sich 1848 in Berlin, wurde später nach Breslau und Heidelberg berufen und war seit 1874 in Berlin Professor der mathematischen Physik. Gest. 1887 in Berlin. — Schriften: „Untersuchungen über das Sonnenspektrum und die Spektren chemischer Elemente" (Abhandl. der Berl. Akademie, 1861 bis 1863; 3. Abdr. Berlin 1866—75). Andere Arbeiten gehören in das Gebiet der Physik. Vergl. seine Biographie von Boltzmann (Leipzig 1888).

Proust, Joseph Louis, geb. 1754 in Angers, studirte Chemie, war später Professor der Chemie in Segovia, 1789 zu Madrid, wurde 1816 Mitglied

Kohlensäure u. s. w. Originelle Methoden zur quantitativen Analyse jedoch hat er nicht hinterlassen.

Proust und Dalton, letzter speciell durch die Aufstellung seiner Atomtheorie, haben große Verdienste um die Weiterentwicklung der quantitativen Analyse; Verdienste, die jedoch durch die des Berzelius weit überragt werden. Dieser hochgeniale Mann stellte zuerst die Atomgewichte der meisten Elemente fest und untersuchte zu diesem Zwecke ungefähr 2000 einfache und zusammengesetzte Körper; die Resultate davon konnte er seit 1818 mittheilen. Damit erst war eigentlich die Grundlage zur quantitativen Analyse geschaffen, denn erst seit diesen großartigen Untersuchungen ist man zur Erkenntniß gekommen, daß nur auf Grund unwiderruflich festgelegter Atomgewichtsbestimmungen Analysen mit Aussicht auf Erfolg auszuführen sind. Von Forschern, die weiter in diesem Sinne gearbeitet haben, sind zu nennen:[4]) Dumas, Erdmann, Marchand, Marignac und Stas.

Auf solchen Grundlagen erstarkte und gedieh die quantitative

der Akademie der Wissenschaften; gest. 1826. — Seine bedeutendste Entdeckung ist der Nachweis der sog. festen Zusammensetzungsverhältnisse der chemischen Verbindungen und ihre sprungweise Aenderung.

Dalton, Johl, geb. 1766 in Eaglesfield, Sohn eines armen Wollwebers, hat sich durch eisernen Fleiß in die Höhe gearbeitet und wirkte seit 1873 als Lehrer der Physik und Mathematik in einem Colleg zu Manchester. Gest. 1844 daselbst. — Schriften: „A new system of chemical philosophy" (Manchester 1810) ꝛc.

Berzelius, Johann Jacob (Frhr. von), geb. 1779 zu Westerlösa in Schweden. Er studirte zuerst Medizin, daneben Chemie, wurde 1807 Professor der Medizin und Pharmazie in Stockholm, 1815 Professor der Chemie dortselbst. Er ist Begründer der elektrochemischen Theorie, hat viele Metalle entdeckt oder zuerst rein dargestellt. B. hat große Verdienste um die organische Chemie, die Nomenklatur, die Analyse ꝛc. ꝛc. Zahlreiche Schüler hat er herangebildet: Rose, Wöhler, Mitcherlich, Gmelin u. A. Gest. 1848 in Stockholm. — Schriften: „Lehrbuch der Chemie" (1808—18 in 3 Bdn. schwedisch, später von Wöhler ins Deutsche übersetzt [1823—31], die fünfte Auflage von Berzelius und Wöhler in 5 Bdn., Dresden 1843—48, nur deutsch); „Jahresberichte über die Fortschritte in der Physik und Chemie" (1810—48, 27 Bde., deutsch von Gmelin und Wöhler [Tübingen]); „Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen ꝛc." (Dresden 1820); „Von der Anwendung des Lötrohrs in der Chemie und Mineralogie" (Nürnberg 1821, 4. Aufl. 1844); andre Schriften sind erschienen in Gilberts, Poggendorffs und Liebigs Annalen, Annales de chimie, Annals of Philosophy ꝛc.

Dumas, Jean Baptiste André, geb. 1800 in Alais, widmete sich der Pharmazie, studirte in Genf Chemie, war 1823 Repetent an der polytechnischen Schule in Paris, dann Professor am Athéné. Seine Hauptarbeiten sind die über

[4]) Vergl. L. Meyer und K. Seubert: „Die Atomgewichte der Elemente" (Leipzig 1883).

Analyse. Es würde zu weit führen, ihre systematische Entwicklung auseinanderzusetzen, deshalb sei nur der bedeutendsten Forscher kurz gedacht, die sich an ihrem Gedeihen bethätigten. Zunächst sind dies H. Rose und Fr. Wöhler, beides Berzelius' Schüler, denen in dieser Hinsicht viel zu verdanken ist; beide haben vorzügliche Anleitungen zur Analyse chemischer Körper gegeben.[5]) Ein außerordentlich großes Verdienst aber um die quantitative Analyse hat sich

die Alkaloide, den Indigo, die Weinsäure, über physiologische Chemie, über die Substitutionstheorie, über Atomgewichte ꝛc. Gest. 1884 in Cannes. — Schriften: „Traité de chimie appliquée aux arts" (Paris 1828—46, 8 Bde., deutsch von Buchner, Nürnberg 1844—49, 8 Bde.); „Essai sur la statique chimique des êtres organisés" (Paris 1841, deutsch von Vieweg, Leipzig 1844) u. A. m.

Erdmann, Otto Linné, geb. 1804 in Dresden, studirte Medizin und Naturwissenschaften in Dresden und Leipzig, und habilitirte sich in letzterer Stadt für Chemie. 1827 wurde er außerordentlicher, 1830 ordentlicher Professor der technischen Chemie in Leipzig.. Hervorzuheben sind seine Untersuchungen über Nickel, Indigo, Leuchtgas ꝛc. sowie die Arbeiten über Atomgewichtsbestimmungen (mit Marchand zusammen ausgeführt). Gest. 1869 in Leipzig. — Schriften: „Lehrbuch der Chemie" (Leipzig 1828, 4. Aufl. 1851); „Grundriß der Waarenkunde" (das. 1833; 11. Aufl. von König 1855); „Journal für technische und ökonomische Chemie" (das. 1828—33) ꝛc.

Galissard de Marignac, Jean Charles, geb. 1817 in Genf, war 1841 Professor an der Akademie, gest. in Genf. Hervorzuheben sind seine Arbeiten über Atomgewichtsbestimmungen, über Isomorphismus sowie über Lanthan und Didym.

Stas, Jean Servais, geb. 1813 in Löwen, wurde Professor der Chemie an der Militärschule in Brüssel und 1841 Mitglied der belgischen Akademie. Er hat große Verdienste um exakte Atomgewichtsbestimmungen. Für die gerichtliche Chemie gab er ein Verfahren zum Nachweis von Alkaloiden in thierischen Substanzen an. Gest. 1891 in Brüssel. — Schriften: Oeuvres complètes (Brüssel 1894, in 3 Bdn.).

Rose, Heinrich, geb. 1795 zu Berlin, erlernte Pharmazie, studirte in Berlin, war 1819—21 Schüler von Berzelius in Stockholm, habilitirte sich 1822 in Berlin, wurde 1823 außerordentlicher und 1835 ordentlicher Professor. Er ist der Begründer der neueren Analyse. Gest. 1864 in Berlin. — Schriften: „Ausführliches Handbuch zur analytischen Chemie" (Braunschweig 1851, 2 Bde.) ꝛc.

Wöhler, Friedrich, geb. 1800 in Escheršheim bei Frankfurt a. M., studirte zuerst Medizin in Marburg und Heidelberg, war Schüler von Berzelius, kam 1824 als Lehrer an die städtische Gewerbeschule zu Berlin, wurde 1827 Professor dortselbst, kam 1831 in gleicher Eigenschaft nach Kassel und wurde 1836 als Professor der Chemie nach Göttingen berufen. W. hat zahlreiche Untersuchungen auf allen Gebieten der Chemie angestellt und hat spezielle Verdienste um die organische Chemie. Gest. 1882 in Göttingen. — Näh. s. A. W. Hofmann, Nekrolog Wöhlers Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15, 3127 ff. — Schriften: „Grundriß der unorganischen

[5]) H. Rose, „Ausführliches Handbuch der analytischen Chemie" (Braunschweig 1851, 2 Bde.). Fr. Wöhler, „Die Mineralanalyse in Beispielen" (Göttingen 1861).

R. Fresenius erworben. In seiner 1846 zuerst erschienenen und seitdem in vielen Auflagen erweiterten „Anleitung zur quantitativen Analyse" hat er die Grundlagen geschaffen, die heute noch maßgebend sind, wie er auch bis zu seinem Tode als Hauptvertreter der analytischen Chemie überhaupt galt. Andere Gelehrte, die sich gleichfalls bleibende Verdienste um die analytische Chemie erwarben, sind: Bunsen, Liebig, Rammelsberg, Scheerer, Schneider, Stromeyer u. A. m. — In neuerer Zeit spielt der galvanische Strom eine große Rolle in der analytischen Chemie; die Methode, viele Metalle elektrolytisch zu bestimmen, hat Classen besonders ausgebildet. —

Außer den Methoden, die darauf beruhen, durch Wägung den Gehalt einer Verbindung an Bestandtheilen zu erkennen, giebt es noch eine andere, und zwar die volumetrische Analyse; bei ihr kann durch einmal fertiggestellte „Normallösungen", d. h. Lösungen, von denen man genau weiß, wieviel gelöste Substanz sie enthalten und die infolgedessen als Vergleich zu der zu untersuchenden Lösung be-

Chemie" (Berlin 1831, 15. Aufl. 1873); „Grundriß der organischen Chemie" (das. 1840, 11. Aufl. 1887); „Praktische Uebungen in der chemischen Analyse" (Göttingen 1853, als zweite Aufl. unter dem Namen „Die Mineralanalyse in Beispielen" [das. 1861] erschienen); die meisten seiner Abhandlungen finden sich in den Annalen der Chemie, Poggendorffs und Gilberts Annalen.

Rammelsberg, Karl Friedrich, geb. 1813 in Berlin, widmete sich der Pharmazie, studirte 1833—37 Chemie und Mineralogie in Berlin, habilitirte sich dort 1840, wurde 1845 Professor an der Universität, später am königl. Gewerbeinstitut. Er war eine hervorragende Autorität auf dem Gebiete der mineralogischen Chemie. Gest. 1899 in Berlin. — Schriften: „Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie" (Berlin 1841), erschien später als „Handbuch der Mineralchemie" (Leipzig 1860, 2. Aufl. 1875; Ergänzungshefte 1886 und 1895); „Grundriß der Chemie" (5. Aufl. Berlin 1881); „Handbuch der kristallographisch-physikalischen Chemie" (Leipzig 1881—82, 2 Bde.); „Leitfaden für die qualitative Analyse" (Berlin 1843, 7. Aufl. 1885, 8. von Friedheim als „Einführung in das Studium der qualitativen Analyse" [Berlin 1894] bearbeitet) ꝛc.

Scheerer, Theodor, geb. 1813 zu Berlin, studirte dort und in Freiberg Chemie und Mineralogie, war von 1833—39 praktischer Bergmann in Norwegen, 1848 Professor an der Bergakademie zu Freiberg. Gest. 1875 in Dresden. — Schriften: „Lehrbuch der Metallurgie" (Braunschweig 1846—53, 2 Bde.); „Lötrohrbuch" (das. 1851, 2. Aufl. 1857); der „Paramorphismus" (das. 1854).

Stromeyer, Friedrich, geb. 1778 zu Göttingen. Er studirte Botanik, später Chemie; gest. 1835 als Professor der Chemie in Göttingen. — Schriften: „Grundriß der theoretischen Chemie" (Göttingen, 2 Thl. 1808); „Untersuchung über die Mischung der Mineralkörper und anderer damit verwandter Substanzen" (Göttingen 1821) ꝛc.

Classen, Alexander, geb. 1843, studirte in Gießen und Berlin Chemie, errichtete später in Aachen ein Privatlaboratorium, das er 1890 aufgab, um eine Professur für Chemie an der neugegründeten technischen Hochschule daselbst anzunehmen.

nutzt werden können, der Gehalt einer Substanz direkt durch „Titrirung“ (Zugabe der Normallösung bis zum Eintreten eines Umschlagepunktes, meist Farbenreaktion) bestimmt werden.

Die Maßanalyse hat Gay-Lussac eingeführt, jedoch nur langsam konnte sich diese Methode, die gerade heute wegen der Einfachheit und Schnelligkeit bei der Ausführung allgemeiner, speciell technischerseits, sich bevorzugter Anwendung erfreut. Die Sympathieen damaliger Forscher erringen Margueritte und Bunsen, ersterer durch Einführung der Bestimmung des Eisens mittelst übermangansauren Kalis (1846), letzterer durch Anwendung von Schwefligsäure und Jodlösung, die sich auf vielfache Weise benutzen lassen; sie erst haben erreicht, daß die volumetrische Analyse zu ihrer jetzigen Bedeutung kam. Friedrich Mohr hat in verdienstvoller Weise die bis dahin bekannten titrimetrischen Methoden zusammengefaßt und neue erfunden; sein „Lehrbuch der chemischen Titrirmethode“ hat allgemein großen Anklang gefunden. J. Volhard sei noch von den vielen Forschern, die dieses Gebiet mit Erfolg bear-

C. ist seit 1894 auch Direktor des elektrochemischen Laboratoriums an dieser Anstalt. Seine Verdienste liegen vorzugsweise auf analytischem, speziell elektroanalytischem Gebiet. — Schriften: „Quantitative Analyse durch Elektrolyse“ (Berlin, 4. Aufl. 1897); „Handbuch d. analytischen Chemie“, 2 Bde. (Stuttgart 5. Aufl. 1900); Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie“ Bd. I (Braunschweig 1900); „Lehrbuch der anorganischen Chemie“ (mit Roscoe, 2 Bde.; Braunschw. 3. Aufl. 1895/96); „Friedr. Mohrs Lehrbuch der Titriermethode“, 10. und 11. Aufl. bearbeitet von Classen (Braunschweig 1896).

Gay-Lussac, Joseph Louis, geb. 1778 in St.-Léonard (Obervienna), studirte in Paris Chemie und Physik, war 1808 Professor der Physik an der Sorbonne, 1809 Professor der Chemie an der polytechnischen Schule in Paris, Mitglied vieler gelehrter Gesellschaften ꝛc. 1839 wurde ihm die Pairswürde verliehen. Er bestimmte 1805 mit A. von Humboldt die quantitative Zusammensetzung des Wassers, lieferte viele Arbeiten über Gase, über Verbindungen des Schwefels und seiner Säuren, über Gärung, Aetherbildung, ferner gab er Anleitung zu technischen Analysen ꝛc. ꝛc. Gest. 1850 in Paris. — Schriften: „Mémoires sur l'analyse de l'air atmosphérique“ (Paris 1804); „Leçons de chimie“ (von Marmet 1828 herausgegeben, 2 Bde.) ꝛc. Redigirte mit Arago seit 1816 die „Annales de Chimie et de Physique“. — „Instruction sur l'essai des matières par la voie humide“ (Paris 1893).

Mohr, Karl Friedrich, geb. 1806 in Koblenz, studirte in Bonn Naturwissenschaften, später in Heidelberg und Berlin Pharmazie, vollendete dann in Koblenz die von Geiger begonnene „Pharmacopoea universalis“. 1864 habilitirte er sich in Bonn für Chemie, Pharmazie und Geologie und wurde 1867 außerordentlicher Professor. Er hat viele Apparate und Instrumente erfunden (Mohr'sche Bürette, Mohr'sche Wage ꝛc.). Gest. 1879. — Schriften: „Lehrbuch der pharmazeutischen Technik“ (Braunschw. 1847); „Kommentar zur preußischen Pharmakopöe“ (3. Aufl. Braunschw. 1865); „Lehrbuch der chemisch-analytischen Titriermethode“ (das. 1855



beitet haben, hervorgehoben; er hat eine neue exakte Methode geschaffen, die vielseitig angewandt werden kann. Auch für analytische Bestimmungen organischer Körper sind Titrirmethoden gefunden worden; so die Bestimmung des Zuckers mittelst Fehling'scher Lösung durch Soxhlet, die des Harnstoffs durch Liebig.

Gasanalytische Methoden haben sich erst verhältnißmäßig spät herausentwickelt und ist hierbei die quantititave Ermittlung der qualitativen vorausgegangen. Nach Versuchen von Priestley, Cavendish, Lavoisier, Dalton, Gay-Lussac u. A. m. hat zuerst Bunsen eine vollendete Gasanalyse gelehrt;[7]) A. Winkler[8]) und W. Hempel haben sich dann um die Vereinfachung der gasanalytischen Methoden sehr verdient gemacht, speciell auf dem Felde der sog. Industriegase. —

Die Analyse organischer Körper hat erst verhältnißmäßig spät ihren Abschluß gefunden, eine natürliche Folge davon, daß man sich erst am Ende des 18. Jahrhunderts einigermaßen klar darüber wurde, was unter organischen Verbindungen zu verstehen ist; wenn man

bis 59, 2 Bde; 10. Auflage von Classen 1896); „Der Weinbau und die Weinbereitungskunde" (das. 1865); „Geschichte der Erde" (Bonn 1866, 2. Aufl. 1875) ꝛc.

Fehling, Hermann, geb. 1811 in Lübeck, studirte Pharmazie in Heidelberg, dann in Gießen bei Liebig und in Paris und wurde 1839 Professor der Chemie in Stuttgart. Er beschäftigte sich speziell mit Untersuchungen aus dem Gebiete der technischen Chemie. Die „Fehling'sche Lösung" wird allgemein zur Zuckerbestimmung angewandt. Gest. 1885 in Stuttgart. — Schriften: Er bearbeitete Abschnitte des Kolbe'schen großen „Lehrbuches der organischen Chemie", redigirte die neue Auflage des „Handwörterbuches für Chemie" (Braunschw. 1871 ff.) ꝛc.

Soxhlet, Franz, geb. 1848 in Brünn, studirte Naturwissenschaften und Landwirthschaft in Leipzig, wurde 1879 Professor der Agrikulturchemie in München und Vorstand der landwirthschaftlichen Centralversuchsstation für Bayern, woselbst er noch thätig ist. Er arbeitete speziell über die Chemie der Milch, die Bestimmung des Fettgehaltes derselben, gab Anleitung zur Sterilisirung ꝛc. Weitere Arbeiten sind die über Zuckerarten ꝛc. ꝛc.

Liebig, Justus, (Freiherr von), geb. 1803 in Darmstadt. Er studirte in Erlangen, dann in Paris bei Gay-Lussac, dem er durch A. von Humboldt empfohlen war. 1824 nach Gießen als Professor berufen, blieb er dort bis 1853, von welcher Zeit an er in München thätig war. L. hat große Bedeutung als Lehrer, ist Gründer des Unterrichtslaboratoriums in Gießen, hat außerordentliche Verdienste auf allen Gebieten der Chemie, der Landwirthschaft, der menschlichen Ernährungsweise (Liebigs Fleischextrakt ꝛc.). In München war L. Jahre lang noch Präsident der Akademie der Wissenschaften. Gest. 1873. — Näh. s. Erinnerungsschriften von H. Kolbe, Journ. pract. Chemie (2) 8, 428; A. W. Hofmann, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 8, 465). — Schriften: Seine meisten Untersuchungen sind in den seit 1832 von ihm, seit 1840 zusammen mit Wöhler herausge-

[7]) Zusammengestellt in den „Gasometrischen Methoden" (Braunschweig 1857, 2. Aufl. 1877). Begonnen sind diese Arbeiten ungefähr 1838. — [8]) A. Winkler, „Anleitung zur chemischen Untersuchung der Industriegase" (Freiberg 1876 und 1877). — W. Hempel, „Neue Methode zur Analyse der Gase" (Braunschweig 1880).

auch schon früher (Scheele, Boyle) wahrgenommen hatte, daß Kohlensäure und Wasser erzeugt werden, wenn Wachs oder Weingeist verbrennt, daß also Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in diesen Körpern vorhanden sein müssen. Aus dieser Erkenntniß hat sich dann, angeregt durch Lavoisiers Vorgehen, die quantitative organische Analyse herausgebildet.

Die Anfänge waren nicht leicht — denn um die bei der Verbrennung organischer Substanzen gebildeten Producte, Wasser und Kohlensäure, quantitativ bestimmen zu können, mußte man erst über die Zusammensetzung dieser Körper klar werden; und dies ist Lavoisier nur unvollständig gelungen. Trotzdem hat gerade er bei seinen Arbeiten über Analyse organischer Verbindungen große Schärfe des Geistes und logischer Schlußfolgerungen bewiesen: das Verfahren, schwer verbrennbare Substanzen mit Hilfe von Körpern, die Sauerstoff leicht abgeben, zu verbrennen, stammt von ihm her.

Diese letztgenannten Versuche sind freilich erst viele Jahre nach seinem Tode veröffentlicht worden.[9]) Um die Ausarbeitung von Lavoisiers Methoden machten sich zunächst verdient Gay-Lussac und Thénard, welche die zu verbrennende Substanz mit chlorsaurem Kali verbrannten,[10]) und ferner Berzelius,[11]) der noch Chlornatrium hinzunahm, um langsamere Verbrennung zu erzielen; 1815 wandte dann Gay-Lussac Kupferoxyd als oxydirendes Mittel an. Das ganze Verfahren hat schließlich Liebig[12]) speziell durch Einführung seines bekannten Kugelapparates vereinfacht.

Seit jener Zeit hat die organische Elementaranalyse sich wenig geändert, hauptsächlich nur in der Form der Verbrennungsöfen so-

gebenen „Annalen der Chemie und Pharmazie" niedergelegt. Andere Arbeiten: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" (Braunschw. 1840, 9. Aufl. 1875); „Die Thierchemie oder organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie" (das. 1842); „Anleitung zur Analyse organischer Körper" (das. 1837, 2. Aufl. 1853); „Chemische Briefe" (Heidelberg 1844, 6. Aufl. Leipzig 1878); — Er ist betheiligt mit Wöhler und Poggendorff an der Begründung des „Handwörterbuchs der reinen und angewandten Chemie", ferner seit 1848 an dem „Jahresbericht der Chemie". — Seine vielen Gelegenheitsschriften sind 1874 (Leipzig) von M. Carriere herausgeg. unter dem Titel: „Reden u. Abhandl. v. Justus v. Liebig".

Thénard, Louis Jacques, geb. 1777 zu Nogent sur Seine. 1779 wurde er Repetiteur an der polytechnischen Schule zu Paris, später dort Professor. Gest. 1857. — Schriften: Die meisten finden sich in den „Annales de Chimie" und in den „Annales de Chimie et de Physique". Sein Lehrbuch „Traité de Chimie élémentaire, théorique et pratique" ist in mehreren Auflagen erschienen (zuerst Paris 1811—16 in 4 Bdn.).

[9]) Siehe „Oeuvres de Lavoisier", III, 773 publ. p. J. B. Dumas, Paris, 1862—1893. — [10]) Recherches physico-chimiques II, 265. — [11]) Ann. of philos. 4, 330 und 401. — [12]) P. 21, 1. Ferner „Anl. zur Analyse organ. Körper" (1837, 2. Aufl. 1853).

wie in der Anwendung des Sauerstoff abgebenden Mittels; zu erwähnen wäre hier noch die Methode Kopffers,[13]) nach der mit Hilfe von Platinschwarz die Substanz im direkten Sauerstoffstrom verbrannt wird. —

Das Verdienst, den Stickstoff zuerst genau bestimmt zu haben, gebührt Dumas,[14]) während eine andere Methode von Will und Varrentrapp[15]) herrührt; letztere beruht darauf, Stickstoff in Ammoniak überzuführen und als solches zu bestimmen. Diejenige Methode aber, die heute fast allgemein wegen ihrer Genauigkeit und bequemen Ausführung angewandt wird, hat Kjeldahl[16]) ausgearbeitet. —

Nicht in gleichem Maße wie die quantitative hat sich die qualitative organische Analyse entwickelt. Die einzelnen Elementarbestandtheile lassen sich, wie dies bei der Erörterung der quantitativen organischen Analyse entwickelt wurde, ziemlich leicht nachweisen. Ganze Verbindungen aber lassen sich nur äußerst schwer nebeneinander bestimmen, und einen systematischen Gang für die organische Analyse, wie er schon längst für die anorganische besteht, giebt es bis heute noch nicht.

Von hervorragender Bedeutung ist die Anwendung der analytischen Chemie im täglichen Leben; so z. B. in der gerichtlichen Chemie; hier kommt es meist darauf an, Vergiftungen mit Sicherheit nachzuweisen. Auf diesem Felde haben sich Fresenius, Otto, Dragendorff, Mohr u. A. sehr verdient gemacht. Ein anderer Zweig der analytischen Chemie ferner, der sich in neuester Zeit zu hoher Blüthe entwickelt hat, ist die Chemie der Nahrungs- und Genußmittel; für diese sind ganz eigene Methoden erfunden, die den Chemiker in Stand setzen, in kurzer Zeit Resultate von großer Genauigkeit festzustellen. Näher darauf einzugehen gestattet hier nicht der Raum; es sei deshalb auf das vortreffliche Werk von König:

Otto, Friedrich Julius, geb. 1809 zu Großenhain in Sachsen, studirte Arzneikunde, war 1833 Chemiker der landwirthschaftlichen Lehranstalt in Braunschweig, 1835 Professor der Chemie am Carolineum, 1866 Direktor dieses Instituts. Gest. 1870. — Schriften: „Lehrbuch der rationellen Praxis der landwirthschaftlichen Gewerbe" (Braunschweig 1838, 7. Aufl. 1875—84, 14 Bde.); „Lehrbuch der Chemie" (auf Grundlage von Grahams Elements of chemistry, Braunschweig. 1840, 3. Aufl. 1896 begonnen). — „Anleitung zur Ausmittelung der Gifte" (Braunschweig 7. Aufl. 1896).

König, Franz Joseph, geb. 1843 zu Lavesum in Westfalen, studirte in München und Göttingen Chemie, übernahm 1870 die Leitung der Agriculturchemischen Versuchsstation zu Münster in Westfalen, woselbst er noch in gleicher Eigenschaft thätig ist. 1892 wurde er Professor an der kgl. Akademie dortselbst. K. hat außerordentliche Verdienste um die Nahrungsmittelchemie, dann auch auf dem Gesammtgebiet der Agriculturchemie. — Schriften: „Chemie der menschlichen Nahrungs-

[13]) B. 9, 1377. — [14]) A. ch. 44, 133 und 172; 47, 196. — [15]) A. 39, 257. — [16]) Z. 22, 366; 24, 199.

Die Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel (Berlin, 3. Aufl. 1889—93, 2 Bde.) verwiesen. — Auch die Ausbildung der technisch-chemischen Prüfungs- und Untersuchungs-Methoden ist zu großer Bedeutung gelangt. Da es bei ihnen meist darauf ankommt, in kurzer Zeit viele Bestimmungen ausführen zu können, hat sich auf diesem Gebiete zumeist die volumetrische Analyse eingebürgert.[17])

Anorganische Chemie.

Schon gleich zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts sind wichtige Entdeckungen in der anorganischen Chemie gemacht worden. Nachdem man gelernt hatte, nach gewissen Gesetzen in der analytischen Chemie zu arbeiten, nachdem durch die Lavoisierschen Theorien bewiesen war, daß viele Körper eine ganz andere Zusammensetzung hatten, als bisher angenommen wurde, war es fast selbstverständlich, daß bei Verfolgung der neuen Richtung bislang unaufgeklärte Thatsachen klar wurden, und ebenso, daß eine ganze Reihe neuer Elemente entdeckt wurde.

Das erste, was das neue Jahrhundert den Forschern auf chemischem Gebiete bescheerte, war die im Jahre 1803 erfolgende Auffindung des Palladiums und Rhodiums[1]) durch Wollaston und die des Osmiums und Iridiums[2]) durch Tennant; diese 4 Metalle sind stete Begleiter des Platins in seinen Erzen. Das Palladium ist 1803 als neues Metall in den Handel gekommen, ohne daß der Name seines Entdeckers bekannt war; man hatte es zuerst für ein Platinamalgam[3]) gehalten, bis Wollaston sich endlich als Entdecker bekannte und die Eigenschaften des neuen Elementes klarlegte. Er gab zugleich an,[4]) daß er noch ein anderes Metall im

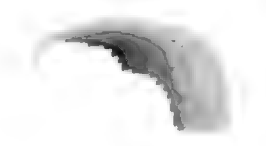
und Genußmittel" (Berlin 1879—80, 3. Aufl. 1889—93); „Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel" (mit Th. Dietrich, das. 1874, 2. Aufl. 1891, 2 Bde.); „Die Untersuchung landw. u. gewerblich wichtiger Stoffe (das. 1891, 2. Aufl. 1898) ꝛc.

Wollaston, William Hyde, geb. 1766 zu Chiselhurst, studirte erst Medizin und widmete sich später der Physik und Chemie. Gest. 1829. — Schriften theils in „Philos. Transact." seit 1797 theils in „Thomsons Annals of Philosophy".

Tennant, Smithson, geb. 1761 zu Selby in Yorkshire, studirte Chemie, bereiste später viele Länder, wo er mit den bedeutendsten Chemikern bekannt wurde. Gest. 1815 in Boulogne. — Schriften in den Phil. Transact. von 1791 an.

17) J. Post, „Chemisch-technische Analyse, Handbuch der analytischen Untersuchungen zur Beaufsichtigung des chemischen Großbetriebes" (Braunschweig 1882 2. Aufl. 1888—91); F. Boeckmann, „Chemisch-technische Untersuchungsmethoden der Großindustrie" (Berlin 1884, 4. Aufl. 1900).

1) Ph. T. **1804**, 428. — 2) **1804**, 411. — 3) 1803, 290. — 4) **1804**, 419.



Platinerz gefunden habe, dem er wegen der Färbung der Lösungen seiner Salze den Namen Rhodium (ῥοδόεις, rosenroth) gegeben habe. Osmium und Iridium waren bereits 1802 von Tennant beobachtet, aber erst 1804 mit Sicherheit als neue Metalle erkannt worden.

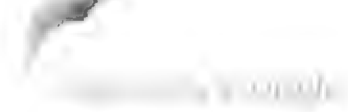
Das Jahr 1808 brachte für die Chemie Entdeckungen von großer Tragweite: es gelang nämlich Davy,[5]) sowohl Kalium und Natrium, als auch die alkalischen Erden aus ihren Basen zu isoliren.[6]) Wenn auch die Darstellung der letzteren erst in späterer Zeit unter Mitwirkung anderer Gelehrten in vollem Maße zu Stande kam, so war doch die Auffindung des Kaliums und Natriums eine so epochemachende, daß sie eine weitgehende Umwälzung in den herrschenden Theorien hervorrief. Man kam u. A. zu dem Schlusse, daß das Chlor, ein häufiger Begleiter der Alkalien, das man als „dephlogistisirte Salzsäure" betrachtet hatte, ein einheitliches Element sei, und hieraus wurde folgerichtig der Schluß gezogen, daß es Säuren giebt, die keinen Sauerstoff enthalten;[7]) was so lange für eine Unmöglichkeit gegolten hatte.

Dasselbe Jahr 1808 brachte noch andere hochwichtige Neuerungen: Zunächst die Auffindung des Gesetzes der multiplen Proportionen[8]) durch Dalton (siehe „physikalische Chemie".) Durch sie war der chemischen spekulativen Forschung ein weites Feld eröffnet. Ferner stellte Gay-Lussac das Gesetz von der Verbindung der Gase dem Volumen nach auf und ergänzte so das Daltonsche Gesetz. Als letzte wichtige Entdeckung dieses ereignißreichen Jahres aber ist durch Malus erfolgte Auffindung der Polarisation des Lichtes zu erwähnen; wenn auch diese Entdeckung in der ersten Zeit noch nicht nach ihrer vollen Bedeutung gewürdigt wurde, so war sie doch die Grundlage der hochwichtigen Spektralanalyse.

Die Auffindung und Isolirung des Jods durch Courtois folgte im Jahre 1812; er fand das Jod in der Asche von Seepflanzen bei der Darstellung der Soda. Später haben es Davy[9]) und Gay-Lussac[10]) genauer untersucht. Letztgenannter Forscher

Davy, Humphrey, geb. 1778 zu Penzance in Cornwall, war zuerst Gehilfe eines Chirurgen, 20 Jahre alt als Chemiker an der Pneumatik Institution in Bristol. 1801 wurde er Professor der Chemie in London und starb 1829 in Genf. — Seine Schriften sind seit 1801 in den „Philos. Transactions" veröffentlicht. Ferner zu erwähnen: „Elements of chemical philosophy" (London 1810—12, aus dem Englischen von Fr. Wolff übersetzt 1814); „Elektrochemische Untersuchungen von Humphrey Davy 1806 und 1807", von W. Ostwald (Leipzig 1893).

[5]) Ph. T. **1808, 1,** 5. — [6]) **1808, 1,** 5. — [7]) **1811.** 1. — [8]) „A new system of chemical philosophy" (Bd. I London 1808, Bd. II 1810, Bd. III 1827. Eine deutsche Uebersetzung der ersten beiden Bände ist 1812 von Fr. Wolff besorgt worden). — [9]) Ph. T. **1814.** — [10]) A. ch. **88,** 311, 319 und **99,** 5.



stellte im Jahre 1815 die Blausäure zum ersten Male wasserfrei dar;[11]) der eigentliche Entdecker dieser Säure aber ist Scheele gewesen, der sie durch Destillation des Blutlaugensalzes mit Schwefelsäure erhielt. Das Verdienst, ihre Zusammensetzung erkannt zu haben, gebührt jedoch Gay-Lussac. — Im Jahre 1817 wurde dann das Cadmium von Stromeyer entdeckt und zwar bei der Untersuchung eines eisenfreien kohlensauren Zinkoxyds, das auch beim Erhitzen seine gelbe Farbe behielt. (Es hat gute Anwendung zum Plombiren hohler Zähne gefunden.) — Dasselbe Jahr brachte die Entdeckung des Selens[12]) durch Berzelius, der dieses seltene Element im Bodenschlamm einer Schwefelsäurekammer in Gripsholm (Schweden) auffand. Das nächste Jahr brachte wiederum wichtige neue Entdeckungen. Zunächst fand Thénard durch Einwirkung von Salzsäure auf Baryumsuperoxyd das Wasserstoffsuperoxyd,[13]) dann stellte Fuchs in München zum ersten Male das Wasserglas dar[14]) und schließlich entdeckte Arfvedson das Lithium.[15]) Derselbe, ein Schüler Berzelius, fand es im Lepidolith und einigen anderen Gesteinsarten auf.

In diese letzten Jahre fallen die großen Arbeiten Berzelius', die, wenn auch nicht in allen Punkten vollkommen richtig, so doch jahrelang maßgebend und auf die Entwicklung der Chemie von ungeheurem Einfluß gewesen sind. Berzelius hat es als seine Lebensaufgabe betrachtet, die Atomgewichte der Elemente und die Konstitution chemischer Verbindungen zu ermitteln, wie er auch die Lehre von den chemischen Proportionen[16]) begründete. Weitere seiner Arbeiten gehören in das Gebiet der physikalischen Chemie und werden dort betrachtet werden; doch sind von Entdeckungen auf dem Gebiet der reinen Chemie durch Berzelius hier noch zwei zu erwähnen. Die eine davon ist die im Jahre 1810 erfolgte unreine Darstellung der Siliciums, deß reine Darstellung ihm im Jahre 1823 gelang.[17]) (Die Kieselsäure war schon den Alchemisten bekannt als ein nothwendiger Bestandtheil zur Glasbereitung, man hielt sie aber für einen einheitlichen Körper, bis Berzelius

Fuchs, Johann Nepomuk, (später von Fuchs), geb. 1774 zu Mattenzell in Bayern, studirte in Heidelberg und Wien Medizin, dann in Freiberg und Berlin Chemie, habilitierte sich 1805 und wurde 1807 ordentlicher Professor der Chemie in Landshut, später in München. Er lehrte die Anwendung des Wasserglases in der Stereochemie, lieferte ferner wichtige Beiträge für die Cementfabrikation. Gest. 1856. — Schriften: „Ueber den gegenseitigen Einfluß der Chemie und Mineralogie" (München 1824); „Bereitung, Eigenschaft und Nutzanwendung des Wasserglases" (München 1857); „Gesammelte Schriften", hrsg. v. Kaiser (München 1856).

[11]) A. 25, 1. — [12]) Schweigg. Journ. 23, 309, 430; P. 7, 242; 8, 423. — [13]) A. ch. 8, 306. — [14]) D. 142, 365 und 427. — [15]) Schweigg. Journ. 22, 93; 34, 24. — [16]) Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen und über die chemischen Wirkungen der Elektrizität (1814 in schwedischer, 1820 in deutscher Sprache erschienen. — [17]) P. 1, 169.

mit seiner Entdeckung hervortrat und bewies, daß sie eine Sauerstoffverbindung des Siliciums sei.) — 1828 entdeckte er dann das Thorium,[18]) das er schon früher (1815) in einem schwedischen Mineral bemerkt hatte, jedoch damals für eine neue Erde, die Thonerde, hielt. In neuester Zeit hat das Thorium, das bisher eine untergeordnete Rolle spielte, eine außerordentliche Bedeutung erlangt durch die Erfindung Auer von Welsbachs, der die hohe Leuchtkraft des Thoriumoxyds, der Thorerde, die bereits durch einen kleinen Bunsenschen Brenner zur Entfaltung kommt, bemerkte. Die Thonerde bildet den Hauptbestandtheil der sog. Glühstrümpfe.

Im Jahre 1826 fand Balard das Brom[19]) das er in den Mutterlaugen des aus Seewasser bereiteten Chlornatriums auffand und isolirte. Durch Arbeiten Loewigs (1829) wurden die Eigenschaften dieses Elementes noch näher ermittelt. — In das Jahr 1827 fällt die Entdeckung des Aluminiums[20]) durch Wöhler; es ist dies das Metall des Alauns, der bereits Geber bekannt war. In neuerer Zeit ist das Aluminium zur vielseitigen Verwendung gelangt und steht ihm in der Technik noch eine große Zukunft bevor.

1830 entdeckte Seffström das Vanadium[21]) in einem Eisenerz. Dieses Element findet sich in der Natur zwar ziemlich häufig, jedoch in so geringer Menge, daß es für die Technik bisher noch keine besondere Bedeutung gewonnen hat. Das Jahr 1833 brachte die Anfänge einer weiteren wichtigen Entdeckung auf dem Gebiete der theoretischen Chemie. Man hatte bis dahin die Ansicht gehabt, daß es nur einbasische Säuren gäbe. Graham zeigte an der Hand seiner Untersuchungen über die Phosphorsäuren,[22]) daß diese Ansicht eine irrige war und gab so den Anlaß zu langjährigen Streitfragen, die endlich durch Liebig in seiner „Lehre von den mehrbasischen Säuren“[23]) ihre endgültige Erledigung fanden.

Im Platinerz vom Ural wollte Osann 1828 drei neue Metalle gefunden haben; doch konnte er sie nicht mit Sicherheit nachweisen. Eines davon, das Ruthenium[24]) wurde dann von Claus im

Balard, Antoine Jérôme, geb. 1802 in Montpellier, war zuerst Pharmazeut, dann Professor in Paris, 1868 Generalinspektor des höheren Unterrichts. Gest. 1876 in Paris.

Graham, Thomas, geb. 1805 in Glasgow, war Professor der Chemie in Glasgow, 1837—55 am University College in London. Gest. 1869 daselbst. — Schriften: „Elements of chemistry“ (London 1837), berühmtes Lehrbuch, durch Otto und Kolbe ins Deutsche übertragen und bearbeitet (Braunschweig, 1840; 11. Aufl. 1896 begonnen (8 Bde.). Zusammengestellt sind seine Forschungen in „Chemical and Physical Researches“ by R. A. Smith (Edinburgh 1876).

18) P. **16**, 385. — 19) A. ch. (2) **32**, 337. — 20) P. **11**, 146. — 21) P. **21**, 43. 22) A. **12**, 1. — 23) **26**, 113. — 24) **56**, 257; **59**, 234; P. **64**, 622; **65**, 200; J. **1859**, 257; **1860**, 205; **1861**, 320; **1863**, 697. Ueber Reindarstellung s. a. Deville und Debray, A. ch. [3] **56**, 406.

Jahre 1845 entdeckt. In diesem Jahre kam man einer Modification des Phosphors auf die Spur, die, in Anbetracht des Umstandes, daß der gewöhnliche gelbe Phosphor schon lange bekannt war (man schreibt die Entdeckung desselben dem Alchemisten Brand in Hamburg zu), merkwürdig lange auf sich hatte warten lassen: Der von Schrötter zuerst dargestellte rothe oder amorphe Phosphor.[25]) Diese Entdeckung ist insofern von großer Wichtigkeit geworden, als der rothe Phosphor bei der Fabrikation von Sicherheitszündhölzern Verwendung gefunden hat. — Eine andere Allotropie eines ebenfalls schon lange bekannten Körpers, ist 1856 entdeckt worden. Das Bor, als Borax bereits Gebern bekannt, wurde in amorphem Zustande 1808 von Gay-Lussac und Thénard[26]) und fast gleichzeitig von Davy[27]) isolirt. 1856 gelang es dann Wöhler und St. Claire Deville, das Bor in kristallisirtem Zustande darzustellen.[28])

In das Jahr 1859 fällt eine der epochemachendsten Entdeckungen, die je gemacht worden sind: Die Einführung der Spektralanalyse in die Chemie, worüber bereits an anderem Orte berichtet ist. (S. Seite 435). Der Segen dieser Erfindung machte sich bald bemerkbar. Bereits 1861 entdeckten Kirchhoff und Bunsen zwei neue Elemente, das Caesium und Rubidium,[29]) beide zur Klasse der Alkalien gehörig, und wiesen sie im Lepidolith und der Dürkheimer Soole nach. Dann wurde 1861 das Thallium,[30]) ein Element, das den Akalien wie dem Blei nahesteht, von Crookes im Selenschlamm einer Schwefelsäurefabrik im Harz nachgewiesen; eine Entdeckung, die nur durch die Erfindung des Spektroskops möglich war. Dasselbe gilt von der Auffindung des Indiums[31]) durch Reich und Richter im Jahre 1863; dieses Metall wird der Gruppe des Aluminiums zugerechnet.

Schrötter, Anton, Ritter von Kristelli, geb. 1802 in Olmütz, studirte Chemie, war 1834 Professor in Graz, 1845 am Polytechnikum in Wien, 1868 Direktor des Hauptmünzamtes. Gest. 1875 in Wien. — Schriften: „Ueber einen neuen allotropischen Zustand des Phosphors" (Wien 1848); „Die Chemie nach ihrem gegenwärtigen Zustande" (Wien 1847—49, 2 Bde.).

Deville, Sainte-Claire, Henry Etienne, geb. 1818 auf St. Thomas, studirte Chemie und wurde 1851 Professor an der Normalschule in Paris. 1855 begann er die Arbeiten über das Aluminium. Er ist der Begründer der Magnesiumindustrie. — Schriften: „De l'aluminium, ses propriétés, ꝛc." (Paris 1859); „Metallurgie du platine, ꝛc." (mit Debray, Paris 1863, 2 Bde.).

Crookes, William, geb. 1832 in London, 1850—54 Assistent bei A. W. Hofmann. 1855 kam er als Lehrer der Chemie nach Chester. Er gründete 1859 die „Chemikal News". Lebt z. Z. in London. — Schriften: „Select methods of chemical analysis" (London 1871) ꝛc.

25) P. 81, 276. — 26) Recherch. 1, 276. — 27) Ph. T. 1809, 1, 75. — 28) A. 51, 113. — 29) P. 110, 167; 113, 337; 118, 94. — 30) Chem. N. 3, 193. [On the Existence of a new Element probably of the Sulphur Group.] — 31) J. pr. 89, 444; 90, 172; 92, 480.



Wichtige Neuerungen auf dem Gebiete der theoretischen Chemie vollzogen sich im Jahre 1869. Schon 1815 hatte Proust die Hypothese aufgestellt,[32]) daß der Wasserstoff der einzige einfache Körper sei und die Atomgewichte aller anderen Elemente nur vielfache des Atomgewichtes des Wasserstoffs seien. War diese Ansicht wenig richtig, so ist doch auf ihrer Grundlage jahrelang speculirt worden, um dadurch einen Zusammenhang der einzelnen Elemente unter einander zu finden. 1864 versuchten L. Meyer und Newlands, ganz unabhängig von einander verschiedene Elemente nach der Größe ihrer Atomgewichte zusammenzustellen,[33]) und dabei fanden sie, daß nach Ablauf einer gewissen Periode sich dieselben Eigenschaften in chemischer wie in physikalischer Beziehung wiederholen, wenigstens an entsprechende Glieder erinnern. Newlands trug seine Idee damals den Spott ein, er möge doch „die Elemente alphabetisch zusammenstellen, und so einen Zusammenhang zwischen ihnen suchen." Die Theorien waren jedoch ganz richtige, denn 1869 wurden sie von L. Meyer[34]) und Mendeléjew[35]) weiter ausgebildet und schließlich als „periodisches Gesetz" und als „natürliches System" aufgestellt. Im Laufe der Zeit ist dieses Gesetz noch vielfach verbessert worden und hat eine große Bedeutung für die Chemie insofern erlangt, als daraufhin Bemühungen zu Tage traten, die zahlreichen Lücken, die das System noch offen läßt, durch passende Elemente auszufüllen; ein Theil dieser Elemente ist bereits gefunden, während ein anderer Theil noch zu finden ist. Außerdem sind auf Grundlage dieses Systems schwankende Atomgewichte bereits bekannter Elemente mit Sicherheit festgestellt worden, weil nunmehr jedes Element auf dem ihm eingeräumten Platze innerhalb gewisser Grenzen ein gewisses Atomgewicht zu beanspruchen hat. Der erste große Erfolg, den das periodische System zu verzeichnen hat, ist in der Entdeckung des Galliums[36]) durch Lecoq de Boisbandran

Meyer, Lothar, (von) geb. 1830, war akadem. Lehrer in Breslau, Neustadt-Eberswalde und Karlsruhe. Von 1876 an war er Professor der Chemie in Tübingen. Gest. 1895. — Schriften: „Die modernen Theorien der Chemie" (Breslau 1864, 6. Aufl. 1896); L. Meyer und K. Seubert, „Die Atomgewichte der Elemente aus den Originalzahlen neu berechnet" (Leipzig 1883); „Grundzüge der theoretischen Chemie" (Leipzig 1890, 2. Aufl. 1893).

Mendeléjew (Mendelejeff), Memitrij Jwanowitsch, geb. 1834 in Tobolsk, stud. in Petersburg, später in Heidelberg Naturwissenschaften, war 1863 Prof. am polytechnischen Institute und 1866 an der Universität in Petersburg, wo er noch thätig ist. Seine bedeutendste Leistung ist die Aufstellung des periodischen Systems der Elemente. — Schriften: „Grundlagen der Chemie" (Petersburg 1869, deutsch das. 1891).

[32]) Thomsons Ann. Phil. 6. Anonym veröffentlicht unter dem Titel: On the relations between the specific gravities of bodies in their gaseons state an the weights of their atoms. — [33]) Newlands, Chem. N. 32, 21 und 192. — [34]) A. Suppl. 7, 354. — [35]) A. Suppl. 8, 133. — [36]) C. r. 81, 493 und 1100. —

(1875) zu erblicken. Es war an der bestimmten Stelle im periodischen System ein Element zu erwarten und hat die Ausfüllung der Lücke den Beweis von der Richtigkeit des Systems gegeben; auch das Gallium ist mit Hilfe der Spektroskops aufgefunden worden.

In das Jahr 1877 fallen wichtige Entdeckungen auf dem Gebiet der Gasverdichtung. Das erste Gas, das überhaupt verdichtet wurde, ist das Chlor, dessen Verflüssigung Northmore im Jahre 1805 gelang; später hat Faraday verschiedene Gase verdichtet. Lange Zeit herrschte aber die Ansicht vor, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff seien permanente Gase und demnach nicht zu verdichten. Heute ist die Ansicht über die genannten Gasen widerlegt: alle Elemente lassen sich in die drei sog. Aggregatzustände, den festen, flüssigen und gasförmigen, überführen. Diese bedeutsame Entdeckung verdanken wir zwei Forschern, die, vollständig unabhängig von einander, fast zu gleicher Zeit (im December 1877) zunächst den Sauerstoff und das Kohlenoxyd, später auch den Wasserstoff und den Stickstoff verdichteten. Cailletet, ein großer Eisenindustrieller in Chatillon, und R. Pictet, Eisenmaschinenfabrikant in Genf waren es, denen die epochemachenden Experimente gelangen.[37]) Seit dieser Zeit sind die Verdichtungsapparate noch verbessert worden und neuerdings hat auch Dewar die Luft in festem Zustande erhalten. Das Princip der Verdichtung besteht darin, hohen Druck und niedrige Temperaturen zu verwenden, welche letztere man durch Verdampfung flüssiger Gase mit stetig fallendem Siedepunkte erhält. —

Mendeléjew[38]) hatte 1871 auf Grund des periodischen Systems ein Metall vorausgesagt, das er Ekabor genannt und dessen Atomgewicht er im voraus bestimmt hatte; dieses Metall ist 1879 von Nilson und Cleve auch wirklich aufgefunden und sein Atomgewicht bestätigt worden. Die beiden Forscher nannten es Scandium.[39]) Es findet sich in den Gadoliniterden.

Aber noch einen weiteren Triumph hatte die Aufstellung des periodischen Systems zu verzeichnen: Cl. Winkler gelang es 1889, aus dem Argyrodit, einem 1885 bei Freiberg entdeckten Silbermineral, ein neues Metall zu isoliren, dem er den Namen Germanium[40]) gab. Es ist identisch mit dem auch von Mendeléjew vorausgesagten Ekasilicium. —

Eine interessante Verbindung ist von Curtius im Jahre

Winkler, Clemens Alexander, geb. 1838 in Freiberg, studirte daselbst und in Leipzig, wurde 1873 nach Freiberg als Professor an die Bergakademie berufen, wo er noch thätig ist. W. arbeitete hauptsächlich über Germanium, Schwefelsäureanhydrid und die Gasanalyse. — Schriften: „Anleitung zur chemischen Untersuchung der Industriegase" (2. Abthl. Freiberg 1876—79); „Lehrbuch der technischen Gasanalyse" (Freiberg 1885, 2. Aufl. 1892); „Praktische Uebungen in der Maßanalyse" (Freiberg 1888, 2. Aufl. 1898).

[37]) Cailletets Versuche finden sich: C. r. 85, 815; A. ch. (5) 15, 132. — [38]) A. Suppl. VIII, 198. — [39]) B. 12, 554. — [40]) B. 19, 210.

1890 entdeckt, nämlich die Verbindung von Stickstoff mit Wasserstoff zur Stickstoffwasserstoffsäure,[41]) die ihrer Konstitution nach bereits an organische Verbindungen erinnert und deren Synthese aus rein anorganischen Verbindungen Wislicenus zuerst gelang.[42])

Lange Zeit hatte man geglaubt, das Fluor, ein Element, das den Halogenen (Salzbildnern) Chlor, Brom und Jod zugerechnet wird, in freiem Zustande nicht darstellen zu können, weil es außerordentlich große Neigung besitzt, Verbindungen mit anderen Körpern einzugehen. 1887 hat Moissan aber die überaus schwierige Frage der Isolirung des Fluor glücklich gelöst,[43]) sodaß jetzt Näheres über das Verhalten dieses interessanten Körpers bekannt werden konnte. Moissan stellte Fluor durch elektrolytische Zersetzung reiner, wasserfreier Flußsäure dar.

Epochemachende Entdeckungen fallen wieder in das Jahr 1894: Schon vor mehr als hundert Jahren hatte Cavendish erkannt, daß in der Luft ein Bestandteil (er giebt ihn als den hundertzwanzigsten Theil derselben an) vorhanden sei, der nicht identisch mit dem Bestandtheil der „dephlogistisirten" Luft sei. Aber erst 1894 ist es Lord Rayleigh und W. Ramsay gelungen, dieses Gas wirklich zu finden und sein Verhalten zu studiren. Es ist das Argon, das nach einer gegen Cavendish verbesserten Methode dargestellt wurde.[44]) Rayleigh erkannte, daß das von Cavendish beobachtete

Wislicenus, Johannes, geb. 1835 in Klein-Eichstedt bei Querfurt, bezog 1853 die Universität Halle a. S., ging noch in demselben Jahre nach Nordamerika mit seinen Eltern, wo er zunächst Assistent an der Harvard University in Cambridge war und daselbst Vorlesungen hielt. 1856 nach Europa zurückgekehrt, studirte er wieder in Halle a. S., promovirte und habilitirte sich 1860 in Zürich, wurde 1865 außerordentlicher, 1867 ordentlicher Professor an der dortigen Universität, wurde 1872 nach Würzburg berufen und wirkt seit 1885 in Leipzig als Nachfolger Kolbes. W. arbeitete hauptsächlich über die Milchsäure, die Acetessigestersynthese, die Chemie der stereoisomeren Verbindungen, sowie über die Derivate der Cyklopentane. — Seine zahlreichen Schriften sind vorzugsweise in Liebigs Ann. Chem. sowie den Ber. d. chem. Ges. erschienen; ferner „Ueber die räumliche Anordnung der Atome in organischen Molekülen" (Leipzig 1887, 2. Aufl. 1889).

Ramsay, William, geb. 1852 zu Glasgow in Schottland. Studirte in Glasgow und Tübingen Chemie, habilitirte sich später in Glasgow, war 1880—87 Professor der Chemie in Bristol, und ist seit 1887 in gleicher Eigenschaft am University-College in London thätig. Er arbeitete hauptsächlich über Molekulargewichtsbestimmungen, dann auch über Argon und Helium. — Schriften: „Systematic Chemistry" (London 1890); „Elementary Systematic Chemistry" (London 1891); „Gases of the Athmosphere" (London 1896).

[41]) Näheres darüber: B. **23**, 3023; **24**, 2546; 25, 3328; **26**, 1263. — [42]) B. **25**, 2084. — [43]) Moissan, C. r. **109**, 861. — [44]) S. „Argon und Helium" von M. Mugdan (Stuttgart 1896); ferner Proc. of the Roy. Soc. **57**, 265; Ph. T. **186**, 187; Z. p. **16**, 244; J. pr. **51**, 214.

Gas wirklich vorhanden sei, als er das Verhalten des aus der Atmosphäre und des aus chemischen Verbindungen dargestellten Stickstoffs studirte und einen Unterschied in der Dichtigkeit beider erhaltenen Verbindungen beobachtete. Außerdem bestätigte Rayleigh die Hypothese, das Argon mache den hundertzwanzigsten Theil der Luft aus. Kurz hierauf (1895) ist es Ramsay gelungen, ein Element, das Helium, das bereits 1868 in der Sonnenchromosphäre von Norman Lockyer beobachtet worden war, auch auf der Erde nachzuweisen und zu isoliren;[45]) spätere Untersuchungen von Kayser[46]) und Lord Rayleigh konstatirten das Helium als einen Bestandtheil der Luft. Jedoch soll nach dem letztgenannten Forscher der Gehalt der Luft an Helium nur $^1/_{10000}$ betragen. Bemerkenswerth ist, daß Argon und Helium sich nicht in das periodische System einreihen lassen.

Die letzten wichtigen Entdeckungen, die das neunzehnte Jahrhundert zu verzeichnen hat, sind die dreier weiterer Elemente, die sich in der Atmosphäre vorfinden: Das Krypton, das Neon und das Xenon; im Jahre 1898 ebenfalls von Lord Rayleigh und Ramsay isolirt, ist ihre Eigenschaft als wirkliche Elemente neuerdings wieder stark angezweifelt worden.

Organische Chemie.

Die organische Chemie hat sich im Gegensatz zur anorganischen zu Beginn des XIX. Jahrhunderts nicht besonders schnell entwickelt. Es lag dies vor Allem daran, daß man den eigentlichen Begriff, was unter organischer Chemie zu verstehen sei, noch gar nicht kannte. Man wußte zumeist nicht einmal empirisch die Zusammensetzung der als organisch zu bezeichnenden Substanzen. Erst nach und nach hat man diesen letzten Punkt zu würdigen gewußt und ist darüber bereits bei der Darlegung der analytischen Chemie abgehandelt worden.

Einen speciellen Begriff des Unterschiedes zwischen organischer und anorganischer Chemie ist auch zu Zeiten Lavoisiers noch nicht vorhanden. Lavoisier theilt z. B. die Säuren ein in animalische, vegetabilische und mineralische, und diese Eintheilung ist bis zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts auch beibehalten worden. Erst als man erkannte, daß dieselben Stoffe zugleich im Thierreich und im Pflanzenreich vorkommen können, wurde der Unterschied zwischen animalischer und thierischer Chemie fallen gelassen und man ging dazu über, Chemie in unorganische und organische zu theilen. Eine scharfe

[45]) La Nature, 52, 331. — [46]) Chem. Ztg. 19, 1549.

Grenze zwischen beiden zu ziehen, ist aber bis zum heutigen Tag noch nicht gelungen, da manche Körper, die als unorganisch zu betrachten sind, sich wie organische verhalten und umgekehrt. Allgemein versteht man unter organischer Chemie die Chemie der Kohlenstoffverbindungen. —

Die Entdeckung des Traubenzuckers durch Proust ist als erste wichtige Entdeckung des neunzehnten Jahrhunderts zu erwähnen. Glauber hatte bereits 1660 diesen Zucker im Honig und in den Rosinen, im Most 2c. bemerkt, und Lowitz hatte den Unterschied gegen den Rohrzucker erkannt. J. S. Kirchhoff machte dann 1811 die wichtige Entdeckung,[1]) daß sich Stärkemehl mittelst verdünnter Schwefelsäure in Zucker verwandeln ließe. Dieser Zucker wurde für identisch mit dem von Proust entdeckten Traubenzucker gehalten, bis Dubrunfaut den Unterschied des Stärkezuckers vom Traubenzucker nachwies[2]) und ersteren Maltose nannte. Diese Maltose geht beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in den Proust'schen Traubenzucker, oder, wie er wegen seiner optischen Eigenschaft genannt wird, die Dextrose über.[3])

Das Jahr 1805 brachte die Entdeckung des ersten Alkaloids, des Morphins[4]) durch F. W. Sertürner. Das Morphin ist ein wichtiges Schlafmittel und findet sich im Opium (Papaver somniferum). Das Chinin, das zur Fiebervertreibung angewandt wird, wurde 1820 von Pelletier und Caventon zuerst aus den Chinarinden (Cinchona-Arten) isolirt. Dieselben Forscher entdeckten von weiteren Alkaloiden 1818 das Strychnin, berühmt durch seine fürchterliche Wirkung (es erzeugt Starrkrampf), 1819 das Brucin und das Veratrin, 1820 außer dem genannten Chinin das Cinchonin.

1818 begannen die Untersuchungen Chevreuls, welche über die Konstitution der Fette und über die Seifenbildung das hellste Licht verbreiteten. Vorgearbeitet auf diesem Gebiete hatte bereits Scheele sowie Fremy, jedoch ohne viel Erfolg. Chevreul wies nach, daß die Verseifung eine Zersetzung zusammengesetzter Aether durch Alkalien ist, daß sich Seifen aus Fetten bilden, durch Behandlung derselben mit ätzenden Alkalien. Die Resultate

Chevreul, Michel Eugène, geb. 1786 zu Angers, studirte Chemie in Paris, Assistent Vauquelins, 1813 Professor am Lyceum Charlemagne, wurde 1824 Direktor der Färberei in der kgl. Manufaktur der Gobelins und 1830 Professor am Collège de France. Gest. (fast 103 Jahre alt) 1889 in Paris. — Schriften: „Considérations générales sur l'analyse organique et sur ses applications" (das. 1824; deutsch von Trommsdorf, Gotha 1826); „Recherches sur la teinture" (Paris 1826) und viele andere Schriften.

[1]) Schweigg. Journ. 4, 108. — [2]) A. ch. 21, 178. — [3]) Vergl. Meißl, J. pr. (2) 25, 123. — [4]) Veröffentlicht 1817 unter dem Titel: „Ueber das Morphium, eine neue salzfähige Grundlage, und die Maconsäure, als Hauptbestandtheile des Opiums."

seiner Untersuchungen stellte er zusammen in seinen „Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale“ (Paris 1823. Neue Ausgabe 1889).

Im selben Jahre entdeckte Döbereiner den Aldehyd, ein Oxydationsproduct des Alkohols, der, weiter oxydirt, zu einer Säure wird. Beobachtet war das Auftreten des Aldehyds bereits von Scheele 1774; er ist jedoch damals für einen Salpeteräther gehalten worden. Auch spätere Chemiker bestätigten die Angaben Scheeles, bis Döbereiner 1821 erkannte, daß er einen neuen Körper vor sich habe und denselben Sauerstoffäther nannte. Das Verdienst der eigentlichen Entdeckung und Isolirung des Aldehyds (alkohol dehydrogenatus) gebührt jedoch Liebig, der die Arbeiten darüber 1835 abschloß.[5])

1815 hatte Taylor gefunden, daß man beim Erhitzen von Fetten oder Oelen ein Gas von vorzüglicher Leuchtkraft erhielte. Dieses Gas wurde unter 30 Atmosphären Druck in starke Kessel gepumpt und den Konsumenten in die Häuser geschickt („portable gas“). Faraday fand beim Verdichten dieses Gases (1825) zwei neue Kohlenwasserstoffe, von denen er den einen „Doppelt-Kohlenwasserstoff“ nannte.[6]) 1834 wurde derselbe Körper von Mitscherlich bei der Destillation von Benzoësäure mit gelöschtem Kalk erhalten[7]) und von ihm Benzin genannt, dieser Name jedoch nach dem Vorschlage Liebigs in Benzol umgewandelt. Es scheint Liebig bekannt

Döbereiner, Johann Wolfgang, geb. 1780 in Burg bei Hof, konditionirte als Apotheker in Karlsruhe und Straßburg und wurde 1810 Professor der Chemie in Jena. Er erfand u. A. ein nach ihm benanntes Feuerzeug. Gest. 1849 in Jena. — Schriften: „Zur pneumatischen Chemie“ (Jena 1821—25, 5 Thle.); „Zur Gärungschemie“ (das. 1822, 2. Aufl. 1844); „Beiträge zur physikalischen Chemie“ (das. 1824—36, 3 Hefte) ꝛc.

Faraday, Michael, geb. 1791 in Newington Butts bei London, war zuerst Buchbinder, studirte dann chemische und physikalische Werke, hörte Vorlesungen Davys, wurde 1827 Professor der Chemie an der Royal Institution in London. Faraday ist einer der bedeutendsten Naturforscher aller Zeiten gewesen. Er arbeitete zunächst auf dem Gebiete der Chemie, später auf dem der Physik, wo er sich speziell durch Untersuchungen über die Elektrizität hervorthat. Gest. 1867 in Hamptoncourt. — Schriften: „Chemical manipulations“ (London 1843); „Experimental researches in chemistry“ (das. 1859; neue Aufl. 1882, 3 Bde.); „Lectures on the chemical history of a candle“ (das. 1862, 3. Aufl. 1874; deutsch 2. Aufl. Berlin 1883) ꝛc.

Mitscherlich, Eilhard, geb. 1794 in Neuende bei Jever, studirte in Heidelberg, Paris und Göttingen Philologie und Geschichte, daneben auch Naturwissenschaften, seit 1818 in Berlin ausschließlich Chemie. Entdecker des Isomorphismus. 1821 Professor der Chemie in Berlin; M. hat sich außerordentlich in organischer Chemie bethätigt. Gest. 1863 in Schöneberg bei Berlin. — Schriften: „Lehrbuch der Chemie“ (Berlin 1829—35, 2 Bde.; 4. Aufl. 1840—48) ꝛc.

[5]) A. 14, 133; 22, 273. — [6]) Ph. T. 1825, 440; P. 3, 306. — [7]) A. 9, 43.



gewesen zu sein, daß sich das Benzol auch aus dem Steinkohlentheer darstellen läßt, trotzdem sich von solcher Kenntniß in der Litteratur nichts darüber findet. Erst Liebigs Schüler, A. W. Hofmann, ist dieser Prozeß gelungen.[8]) Im Großen stellte es dann Mansfield 1848 dar,[9]) wurde aber selbst im Jahre 1856 ein Opfer seiner Versuche, als er die aus Steinkohlentheer durch Destillation erhaltenen Kohlenwasserstoffe für die Ausstellung in Paris isoliren wollte. Das Benzol hat seine größte Bedeutung seit der Begründung der Steinkohlentheerindustrie erhalten, über die noch zu berichten sein wird.

Unverdorben hatte 1826 bei der trockenen Destillation des Indigos einen eigenthümlichen flüssigen Körper erhalten, den er, weil er sich mit Säuren zu gut kristallisirbaren Salzen verbinden konnte, Kristallin nannte.[10]) Runge entdeckte dann im Steinkohlenöl 1834 eine Verbindung, welche mit Chlorkalklösung eine lasurblaue Farbe gab und die er deshalb Blauöl oder Kyanol nannte;[11]) auch hat er bereits verschiedene Farbenreaktionen beobachtet, u. A. die Bildung des Anilinschwarz. 1840 wurden dann von Fritzsche die Produkte untersucht, die bei der Destillation von Aetzkali mit Indigo entstehen, und das Oel, welches die Eigenschaft besitzt, mit Säuren gut kristallisirbare Salze zu bilden, Anilin[12]) genannt. Erdmann wies später nach, daß das Kyanol mit dem Anilin identisch sei. Anilin findet sich in den Destillationsprodukten der Steinkohlen,[13]) der Knochen[14]) und des Torfs.

Das Jahr 1828 ist ein bedeutungsvolles für die Geschichte der organischen Chemie gewesen, und kann eine solche überhaupt erst von diesem Punkte an gerechnet werden. Wöhler war es, der durch Umwandlung des cyansauren Ammoniaks, einer für anorganisch gehaltenen Verbindung, in den organischen Harnstoff den bisher gültigen Begriff von organischer Chemie stürzte. Berzelius hatte, wie vor ihm schon Gmelin, die Ansicht, daß den organischen Körpern eine Lebenskraft inne wohne, die ihren Aufbau bedinge; nach seiner Theorie

Hofmann, August Wilhelm (von), geb. 1818 in Gießen, studirte Sprachwissenschaft, dann unter Liebig Chemie. Habilitirte sich 1845 in Bonn, im selben Jahre in London, 1861 Präsident der Londoner chemischen Gesellschaft, 1863 Mitscherlichs Nachfolger in Berlin; 1868 gründete er die Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin. H. arbeitete hauptsächlich über organische Chemie und hat sich außerordentliche Verdienste um die Industrie erworben, sowie verschiedene Farbstoffe entdeckt. Gest. 1892 in Berlin. — Schriften: „Introduction to moderne chemistry". (London 1865; deutsch Braunschw. 1866, 6. Aufl. 1877); „Chemische Erinnerungen aus der Berliner Vergangenheit" (Berlin 1882) u. s. w.

Gmelin, Leopold, geb. 1788 in Göttingen, studirte in Göttingen, Tübingen und Wien Medizin und Chemie, habilitirte sich 1813 in Heidelberg, wurde 1817 dort Professor und blieb bis 1851 in dieser Stellung. Gest. 1853. — Schriften: „Hand-

[8]) A. 55. — [9]) Journ. Chem. Soc. 1, 244. — [10]) P. 8, 397. — [11]) P. 31, 65, 513; 32, 331 — [12]) J. pr. 20, 453. — [13]) Anderson, A. 70, 32. — [14]) A. 109, 200.



ist es nicht möglich, eine organische Verbindung aus ihren Elementen aufzubauen. Wöhler hat durch sein Experiment diese Ansicht widerlegt; deshalb gilt er mit Recht als Vater der organischen Chemie.

1831 ist das Chloroform von Liebig bei der Behandlung von Chlorkalk mit Weingeist, ebenso bei Einwirkung von Alkalien auf Chloral, entdeckt worden.[15]) Soubeiran hatte dasselbe fast zu gleicher Zeit erhalten[16]) und es Ether bichlorique genannt; er wurde auch lange Zeit für den eigentlichen Entdecker gehalten, bis Liebig dies[17]) Verdienst für sich in Anspruch nahm. Dumas wies später nach,[18]) daß der neue Körper Wasserstoff enthalte und stellte seine richtige Formel fest. Das Verdienst, Chloroform zuerst als Anästhetikum angewandt zu haben, gebührt Simpson, der 1848 die ersten Versuche damit ausführte;[19]) es fand rasch eine ausgebreitete Verwendung in der Medizin.

In das Jahr 1832 fallen die klassischen Arbeiten Wöhlers und Liebigs über die Benzoylverbindungen. Die „Untersuchungen über das Radical der Benzoësäure (von Kopp 1891 herausgegeben) zeigten, daß sich eine ganze Reihe von Verbindungen, wie Bittermandelöl, Benzoësäure ꝛc. von einem gemeinsamen Kern, einen „zusammengesetzten Grundstoff", dem Benzoyl (ὕλη, Stoff) ableiten lassen.[20])

Phenol ist im Jahre 1834 von Runge im Steinkohlentheer aufgefunden und von ihm Karbolsäure oder Kohlenölsäure genannt worden;[21]) von Gerhardt wurde es Phenol genannt, um daran zu erinnern, daß es eine Art Alkohol sei. Dargestellt wurde es in größeren Mengen zuerst von Sell[22]) in Offenbach und Brönner in Frankfurt aus Steinkohlentheer; 1861 wurde die erste Fabrik in Bradford bei Manchester errichtet.

Durch Einwirkung von rauchender Salpetersäure auf Benzol hat Mitscherlich 1834 das Nitrobenzol[23]) entdeckt, das von

buch der theoretischen Chemie" (Frankfurt a. M. 1817—19, 3 Thle.) jetzt als „Anorganische Chemie" (6. Aufl. von Kraut u. A., Heidelberg 1874—86, 3 Bde.); „Versuch eines neuen chemischen Mineralsystems" (das. 1825) ꝛc.

Simpson, James Young, geb. 1811, Professor der Geburtshilfe in Edinburgh. Gest. 1870.

Gerhardt, Karl Friedrich, geb. 1816 in Straßburg, studirte in Karlsruhe, Leipzig und Gießen, war 1844—48 Professor in Montpellier, lebte dann in Paris und war von 1855 an in Straßburg Professor. Er brachte die Typentheorie durch seine Begriffe der „Reste" zur Geltung, war auch sonst für die Entwicklung der organischen Chemie von großer Bedeutung. Gest. 1856 in Straßburg. — Schriften: „Précis de chimie organique" (Paris 1844—45, 2 Bde.; deutsch von A. Wurtz, Straßburg 1844—46, 2 Bde.); „Précis d'analyse chimique" (Paris 1855).

15) P. 23, 44: A. 1, 31, 198. — 16) A. ch. 48, 131; A. 1, 272. — 17) A. 162, 161. — 18) A. ch. (2) 56, 115; A. 16, 104. — 19) A. 65, 121. — 20) A. 3, 249, 282. — 21) P. 31, 65; 32, 308. — 22) Hofmann, Report, London Exhibition 1862. — 23) P. 31, 625.



Collas unter dem Namen „künstliches Bittermandelöl“ in den Handel gebracht wurde und seit 1847 in sehr großem Maßstabe aus dem Steinkohlentheer dargestellt wird.

1835 gelang es Dumas und Péligot, die Constitution des Methylalkohols, des Holzgeistes, zu erkennen.[24]) Boyle hatte bereits 1661 nachgewiesen, daß bei der Destillation des Holzes eine wässrige, saure Flüssigkeit erhalten wird; aber erst zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts fand diese Flüssigkeit wieder Beachtung und ist von Döbereiner, Marcet, Gmelin und Liebig untersucht. Ihre große Aehnlichkeit mit dem Weingeist fiel auf, doch erst Dumas und Péligots bahnbrechende Untersuchungen wiesen die Analogie des Holzgeistes mit dem Weingeist nach und bereicherten die organische Chemie mit einer der wichtigsten Analogien.

Im Jahre 1839 stellte Dumas die Substitutionstheorie[25]) auf. Unter ihr versteht man die Vertretung eines Atomes oder einer Atomgruppe in einer chemischen Verbindung durch ein Aequivalent eines anderen Elementes oder einer anderen Atomgruppe. Der Forscher kam zur Aufstellung dieser Theorie durch die Entdeckung der Trichloressigsäure,[26]) bei der drei Atome Wasserstoff durch Chlor vertreten sind. — Auch dies ist eine der Grundlagen gewesen, auf denen sich die organische Chemie aufgebaut hat.

Die Anfänge dazu machte Dumas schon 1834; seine damals ausgesprochenen Theorien entsprachen aber nicht vollständig dem wirklichen Verhalten der in Betracht kommenden Körper. Laurent that einen Schritt weiter[27]) und arbeitete später zusammen mit Gerhardt die sog. neuere Typentheorie aus.

Das Jahr 1842 brachte eine nochmalige Auffindung des Anilins. Zinin fand, daß, wenn man eine alkoholische Lösung von Nitrobenzol mit Ammoniak sättigt und durch diese Lösung Schwefelwasserstoff leitet, sich eine ölige, basische Flüssigkeit ausscheidet, die er Benzidam nannte,[28]) die aber nach den Untersuchungen Fritzsches nichts anderes ist als Anilin. Jetzt wird Anilin im Großen durch Reduktion des Nitrobenzols mittelst Eisenspäne und Salzsäure dargestellt. Es findet seine Hauptanwendung in der Farbenindustrie.

Die Schießbaumwolle wurde 1846 entdeckt; schon 1838 hatte Pelouze gefunden, daß Papier, Leinwand oder Baumwolle, in

Laurent, Auguste, geb. 1807 in La Folie bei Langres, studirte Bergwissenschaft, wurde Assistent von Dumas, 1838 Professor der Chemie in Bordeaux, 1848 Münzwardein in Paris. Er arbeitete speziell über die Konstitution organischer Körper, zuletzt mit Gerhardt zusammen. Gest. 1853 in Paris.

Pelouze, Théophile Jules, geb. 1807 in Valogne (La Manche), widmete sich der Pharmazie, war 1830 Professor in Lille, 1833 in Paris. 1846 gründete er ein Unterrichtslaboratorium. In Gemeinschaft mit Liebig vollendete er viele Arbeiten über organische Chemie, ferner über Atomgewichtsbestimmungen 2c. Gest. 1867.

[24]) A. ch. (2) 58, 5; 61, 193. — [25]) A. ch. (2) 56, 113. — [26]) A. 32, 101. — [27]) A. ch. (2) 63, 384. — [28]) J. pr. 27, 149.

concentrirte Salpetersäure getaucht, explosiv würden. Schönbein kündigte endlich im Jahre 1846 die Entdeckung einer explosiven Baumwolle an, die als Ersatz für Schießpulver dienen könne; er hielt sein Verfahren aber geheim, und infolge dessen veröffentlichte zuerst Otto das Verfahren, der, ebenso wie Böttger, die Schießbaumwolle kurz nach Schönbein entdeckt hatte.

In das Jahr 1849 fallen die Anfänge großer Arbeiten über Elektrolyse organischer Verbindungen[29]) durch Kolbe. Kolbe hat durch diese Arbeiten die organische Chemie in ganz außerordentlicher Weise bereichert, und seine Experimente über die Zersetzung der organischen Säuren durch den elektrischen Strom, ferner über die Darstellung von Säuren mit höherem Kohlenstoffgehalt aus Cyanverbindungen von Alkoholradikalen sind epochemachend gewesen. Im Anschluß hieran ist zu erwähnen, daß Kolbe in den nächsten Jahren auch auf dem Gebiete der theoretischen Chemie außerordentlich thätig war und sich bei der Ausbildung der Radikaltheorie ein bleibendes Verdienst erworben hat.

Nachdem erkannt worden war, daß außer Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, den Halogenen auch Arsen sich mit dem Kohlenstoff direkt verbinden kann, wurden Schlag auf Schlag der organischen Chemie neue Gebiete erschlossen. Frankland entdeckte 1852, daß Zink dem Jodmethyl und dem Jodäthyl die Alkyle entzieht,

in Paris. — Schriften: „Traité de chimie générale" (mit Frémy, Paris 1849, 3 Bde.; 3. Aufl. 1862—65, 7 Bde.); „Nations générales de chimie" (mit Frémy, Paris 1853) ꝛc.

Schönbein, Christian Friedrich, geb. 1799 zu Metzingen in Württemberg, studirte in Tübingen und Erlangen, kam 1828 als Professor nach Basel. Arbeitete über das Ozon, die Passivität des Eisens, stellte Nitroamylum und Schießbaumwolle dar, ferner durch Auflösen der letzteren in Aether das in der Medizin vielfach gebrauchte Kollodium. Gest. 1868 in Baden-Baden. — Schriften: „Das Verhalten des Eisens zum Sauerstoff" (Basel 1837); „Beiträge zur physikalischen Chemie" (das. 1844); „Ueber die Erzeugung des Ozons" (das. 1844) ꝛc.

Kolbe, Hermann, geb. 1818 in Elliehausen bei Göttingen, studirte in Göttingen, wurde 1842 Assistent Bunsens in Marburg, siedelte 1847 nach Braunschweig über und redigirte dort das „Handwörterbuch der Chemie" von Liebig und Wöhler. 1852 Professor in Marburg, 1865 in Leipzig. K. hat eine große Lehrthätigkeit entwickelt und viele Entdeckungen in der organischen Chemie gemacht. Gest. 1884 in Leipzig. — Schriften: „Ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie" (Bd. 1 und 2, Braunschweig 1855—64; 2. Aufl. von E. von Meyer und Webbige, 1880—84; Bd. 3 von E. von Meyer und Webbige, 1868—78); „Kurzes Lehrbuch der anorganischen Chemie" (das. 1878, 2. Aufl. 1884); „Zur Entwicklungsgeschichte der theoretischen Chemie" (Leipzig 1881) ꝛc. Seit 1870 gab er das „Journal für praktische Chemie" heraus.

Frankland, Edward, geb. 1825 in Churchtown bei Lancester, studirte in London, Marburg und Gießen bei Liebig, wurde 1851 Professor der Chemie am

[29]) A. 69, 252.



um sich mit ihnen zu verbinden. Hierdurch kam man zur Kenntniß metallorganischer Verbindungen, die speziell die Ausbildung synthetischer Methoden in der organischen Chemie überraschend förderten. Viele andere „Organometalle“ wurden mit Hülfe des Zinkäthyls in allernächster Zeit dargestellt.[30])

Die Kenntniß von gemischten Aethern und die Theorie ihrer Bildungsweisen verdankt die Chemie Williamson. Schon Liebig hatte gemeint, der Alkohol sei ein Hydrat des Aethers. Williamson ging jedoch bei seinen Versuchen von dem Gedanken aus, in bekannte Alkohole Kohlenwasserstoffradikale an Stelle des Wasserstoffs einzuführen. Durch Einwirkung von Jodäthyl auf Kaliumäthylat erhielt er so den Aethyläther und nicht, wie erwartet, äthylirten Alkohol. Damit war die Liebigsche Ansicht umgestoßen, und Williamson vermochte in überzeugender Weise die Theorie der Aetherbildung, die bisher fast unerklärlich, zu erklären.

Von den Arbeiten der nächsten Jahre ist als wichtigste die über die Valenz des Kohlenstoffs zu nennen. Für den Kohlenstoff, das eigentliche organische Element in den bisher entdeckten zahlreichen Verbindungen, blieb die Auffassung seiner Werthigkeit längere Zeit unausgesprochen. Statt von den Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffs, dem Kohlenoxyd und dem Kohlendioxyd, auf die Valenz des Kohlenstoffs zu schließen, ging man den umständlicheren Weg: Man begann die Erforschung von Verbindungen mit kohlenstoffhaltigen Radikalen. Die erste Arbeit hierüber von Williamson angeregt und von Kay[31]) ausgeführt, war die über den „dreibasischen Ameisensäureäther“. Daran reihte sich Berthelots' wichtige Arbeit über das Glycerin, das er als dreiatomigen Alkohol kenn-

Owens College in Manchester, 1865 an der Royal Institution in London. F. hat die organische Chemie durch zahlreiche Arbeiten bereichert. In neuester Zeit unternahm er mit Normann Lockyer spektroskopische Arbeiten. Lebt auf seinem Gute bei Reigate Surrey. — Schriften: „Lecture notes for chemical students“ (London 1866 u. ö., 2 Bde.); „Researches in pure, applied and physical chemistry“ (das. 1877); „Water analysis for sanitary purposes“ 1880, 2. Aufl. 1891) 2c.

Williamson, Alexander, geb. 1824 in Wandsworth bei London, studirte in Wiesbaden, Heidelberg, Gießen und Paris und erhielt 1848 die Professur am University College in London. Trat 1887 in den Ruhestand. Hochbedeutend für die theoretische Entwicklung der Chemie.

Berthelot, Marcellin, geb. 1827 in Paris, widmete sich den Naturwissenschaften, wurde 1851 Assistent Balards, 1860 Professor an der Ecole de pharmacie in Paris, 1865 am Collège de France und war 1886—87 Unterrichtsminister. Bahnbrechend in der Synthese organischer Körper, lieferte B. auch Arbeiten über Explosivstoffe und Thermochemie. Lebt in Paris. — Schriften: „Chimie organique, fondée sur la synthèse“ (Paris 1860, 2 Bde.); „Leçons sur les principes sucrés“ (das. 1862);

[30]) Vgl. die Arbeiten von Buckton, Odling, Frankland, Cahours, Ladenburg 2c. in den „Annalen der Chemie.“ — [31]) Soc. 7, 224.

zeichnete;[32]) die fernere wichtige Entdeckung war die des Glycols,[33]) eines zweiwerthigen Alkohols, durch Wurtz. Hiernach entstand natürlich die Frage, warum die Radikale einen verschiedenen Ersetzungswerth haben. Gelöst hat sie Kekulé, der in seiner 1858 erschienenen Abhandlung[34]) „Ueber die Konstitution und die Metamorphosen der chemischen Verbindungen und über die chemische Natur des Kohlenstoffs“ die Folgerung zieht, daß der Kohlenstoff stets vierwerthig sei und die verschiedenen Werthigkeiten der Radikale auf die verschiedene Bindung der einzelnen Kohlenstoffmoleküle untereinander von Einfluß wären. Es ist eine epochemachende Erklärung, aber Kekulé gebührt nicht das Verdienst, daß in seinem Ausspruch eine originelle Leistung erblickt werden kann, denn sowohl schon Kolbe als auch Frankland haben die Vieratomigkeit des Kohlenstoffs erkannt.[35]) Der Verdienst Kekulés mag aber darin bestehen, daß er der Frage, wie sich zwei oder mehr Kohlenstoffatome miteinander verbinden, auf den Grund zu gehen suchte und sie in genialer Weise löste.

In den nächsten Jahren sind als Folge zahlreiche Arbeiten ausgeführt worden, die von ungemeiner Bedeutung für die Entwicklung der organischen Chemie waren; besonders die Versuche auf dem Gebiete der Farbentechnik, auf die wir noch zurückkommen werden.

„Sur la force de la poudre et des matières explosives“ (das. 1872, 3. Aufl. 1883, 2 Bde.); „Histoire des sciences. La chimie au moyen-âge“ (das. 1893, 3 Bde.) 2c.

Wurtz, Karl Adolf, geb. 1817 in Straßburg, studirte in Straßburg und Gießen, war 1846 Vorstand des Laboratoriums an der Ecole des arts et manufactures, 1853 Professor der organischen Chemie an der Sorbonne in Paris. Schuf nach deutschem Muster praktische Kurse für pathologische Anatomie, biologische Chemie 2c. Wurtz ist großer Förderer der organischen Chemie gewesen; er lieferte wichtige Arbeiten über die Cyansäureverbindungen, stellte zuerst gemischte Alkoholradikale dar, schuf mit Hofmann die Lehre von den substituirten Ammoniaken 2c. Gest. 1884 in Paris. — Schriften: „Mémoire sur les ammoniaques composés“ (Paris 1850); „Leçons élémentaires de chimie moderne“ (das. 1866, 6. Aufl. 1892); „La théorie atomique“ (das. 1878; deutsch Leipzig 1879) 2c.

Kekulé von Stradonitz, Friedrich August, geb. 1829 in Darmstadt, habilitirte sich 1856 als Privatdozent in Heidelberg, wurde 1858 Professor in Gent und 1865 in Bonn. Gest. 1896. Er hat durch die Arbeit über die Vierwerthigkeit des Kohlenstoffs sowie durch die Benzoltheorie mit das wichtigste geleistet, was in der spekulativen Chemie in neuster Zeit geleistet wurde. — Schriften: „Lehrbuch der organischen Chemie“ (Erlangen 1861—67, 3 Bde.); „Chemie der Benzolderivate“ (das. 1867), beide unvollendet. Vgl. seine Biographie von W. Koenigs (München).

[32]) A. ch. (3) **41**, 319. — [33]) C. r. **43**, 199. — [34]) A. **106**, 129. — [35]) Vgl. H. Kolbes Schrift: „Zur Entwicklungsgeschichte der theoretischen Chemie“ (Leipzig 1881) S. 26 ff., bes. S. 33.



Physikalische Chemie.

Die Chemie hat nicht nur die Aufgabe, mit den verschiedenartigsten Naturkörpern, ihrer Zusammensetzung, Bildungs- und Zersetzungsweise bekannt zu machen, sie hat auch über die physikalischen Eigenschaften eines jeden einzelnen dieser Körper zu belehren. Denn Stoffe werden eben nur durch ihre Eigenschaften unterschieden, wie andererseits physikalische, d. h. Zustandsänderungen, nur an Körpern beobachtet werden können. Auf solche Weise sind Chemie und Physik aufs Engste mit einander verknüpft, und es existiren zahlreiche Gebiete, welche beiden Wissenszweigen gemeinsam sind. Diese Berührungspunkte bilden das Lehrgebiet der „physikalischen Chemie", die neben der „allgemeinen Chemie" die theoretische Chemie verkörpert.

Chemische Theorien konnten selbstverständlich erst entstehen, als dem menschlichen Geiste Denk- und Arbeitsverfahren exakter Wissenschaften, die Baco von Verulam philosophisch postulirt, Isaac Newton in der theoretischen Physik zuerst erprobt und Galileo Galilei bei seinen zahlreichen physikalischen Experimentaluntersuchungen angewandt hatte, genügend vertraut geworden waren. Nach einer tüchtigen Schulung an theoretischen und experimentellen Arbeiten während des an naturwissenschaftlichen Entdeckungen verhältnißmäßig reichen siebzehnten Jahrhunderts war etwa gegen Ende des folgenden die Zeit gekommen, die Chemie aus ihrem bis dahin kümmerlichen Zustande herauszureißen und auf eine wissenschaftliche Basis zu stellen.

Was bis dahin von chemischen Theorien wichtiges ausgesprochen wurde, war die Definition des Grundstoffes oder Elementes durch Rob. Boyle. Unter Element verstand Boyle (und wir thun es heute noch) einen Körper, der sich auf chemischem Wege nicht mehr in einfachere Stoffe zerlegen läßt. Daß dies aber auch wirklich der Fall sei, bewies erst Lavoisier an der Hand seiner Versuche über die Verbrennungen und er hat damit zugleich den Fundamentalsatz der modernen Chemie: das Gesetz von der Erhaltung des Stoffes, ausgesprochen. Es giebt nur eine Synthese, der Aufbau eines Körpers aus mehreren, oder eine Analyse, die Zerlegung eines zusammengesetzten Körpers in einfachere. Schon Lavoisier deutet an, daß Vorgänge solcher Art durch eine Art Gleichungen, ähnlich denjenigen der Algebra, auszudrücken seien.

Galilei, Galileo, geb. 1564 in Pisa, studirte Philosophie und Medizin später Mathematik, in welcher Wissenschaft er auch dozirte. G. ist großer Vertheidiger der Kopernikanischen Lehre gewesen und hatte als solcher viele Anfeindungen zu erleiden. Er hat ganz außerordentliche Verdienste um die Physik und Astronomie. Gest. 1642 in Arcetri.

Nach der Aufstellung dieses ungemein wichtigen Satzes für alle chemischen Vorgänge durch Lavoisier bedeutet den nächsten Schritt in der Weiterentwicklung der theoretischen Chemie das Gesetz der Zusammensetzung nach festen Gewichtsverhältnissen (konstanten Proportionen); ein Satz, den wir dem geistvollen französischen Chemiker Proust (1802) verdanken. Um ihn zu verstehen, unterscheide man zunächst mechanisches Gemenge und chemische Verbindung an folgendem Beispiel: Man kann Eisen und Schwefel in beliebigem Verhältniß noch so innig mischen, ihr Pulver zeigt immer dieselbe Eigenschaft: Die Eisentheilchen werden vom Magneten angezogen, der Schwefel löst sich in Schwefelkohlenstoff. Das Mineral dagegen, Schwefeleisen, enthält auf 56 Gewichtstheile Eisen genau 32 Theile Schwefel; es zeigt nicht mehr die Eigenschaften seiner Bestandtheile, ist also unwirksam gegen den Magneten und unlöslich in Schwefelkohlenstoff. — Nun kommt es oft vor, daß sich ein Element mit einem andern nicht nur in einem, sondern in mehreren Gewichtsverhältnissen verbindet. So kennt man außer dem oben genannten Schwefeleisen noch ein Mineral Schwefelkies, in welchem 56 Gewichtstheile Eisen mit 64, also der doppelten Anzahl von Gewichtstheilen Schwefel, verbunden sind. Das Gesetz von Proust mußte demnach bald eine Erweiterung erfahren durch ein solches, welches diese Verbindungsfähigkeit zweier Elemente in mehreren constanten Verhältnissen zugestand. Dies geschah 1807 durch John Dalton.

Die Erklärung seines Gesetzes der multiplen Proportionen, sah John Dalton in seiner 1808 veröffentlichten atomistischen Hypothese, auch Atomtheorie genannt. Hier, wo die Atomistik zum ersten Male in den Kreis der Beobachtungen tritt, ist auf das verfehlte Streben hinzuweisen, griechische Naturphilosophen, wie Epikur und Leucippos, zu Vorläufern Daltons zu machen. Die Atome der Griechen stehen zu denjenigen Daltons in keinerlei Beziehung. Der Inhalt von Daltons Theorie ist nämlich folgender: Die Materie besteht aus äußerst feinen, kleinsten Theilchen, Atomen, die weder mechanisch noch chemisch weiter theilbar sind. Die Atome der verschiedenen Elemente besitzen verschiedene Gewichte, alle Atome eines und desselben Elementes haben dasselbe absolute Gewicht. Durch Aneinanderlagerung der Atome entstehen kleinste Theilchen der zusammengesetzten Körper. So erklärt sich das Gesetz der konstanten Proportionen sehr einfach. Die Mengen der Bestandtheile eines zusammengesetzten Körpers müssen konstant sein, und die relativen Gewichtsmengen der Elemente, bezogen auf ein Normalelement, als Einheit, müssen dieselben sein.

Eine weitere Bestätigung des Daltonschen Gesetzes bildeten die Arbeiten des großen schwedischen Chemikers Berzelius,[1]) dessen

[1]) Versuch, die bestimmten und einfachen Verhältnisse aufzufinden, nach welchen die Bestandtheile der anorganischen Natur mit einander verbunden sind. Gilb. Ann. Phys. 1807.

Lebensaufgabe in der genauen Feststellung der relativen Atomgewichte der Elemente (Wasserstoff als Einheit) bestanden hat.

Verglich man die so gefundenen Werthe mit den Dampfdichten (derselben Körper), so ergab sich der Satz, daß Atomgewicht und Dampfdichte der Elemente identisch sind. Bei zusammengesetzten Gasen betrug letztere aber nur die Hälfte des aus ihrer Zusammensetzung resultirenden Gewichtes. Dies Gesetz aber erwies sich als unverträglich mit einer von dem italienischen Physiker Avogadro 1811 und dem französischen Mathematiker Ampère 1814 aufgestellten Behauptung,[2]) wonach gleich große Volumina verschiedener Gase gleich viel kleinste Theilchen (Atome) enthalten sollen. Die Annahme stützte sich auf die Arbeiten von Gay-Lussac und A. von Humboldt über das Volumgesetz der Gase.[3]) Genannte Forscher hatten gefunden, daß sich Gase mit einander nach einfachen Volumverhältnissen vereinigen, und daß das Volumen des resultirenden Gases zu dem seiner Bestandtheile im Verhältnisse einfacher ganzer Zahlen steht. Die einfachste Erklärung dieser Versuche war die durch die oben erwähnte Avogadrosche Hypothese, welche aber leider erst viel später durch Cannizaro (1858) zur rechten Würdigung in Europa gelangte.[4])

Den oben erwähnten Widerspruch beseitigte man nun durch folgende Annahme: Man muß zweierlei kleinste Theilchen unterscheiden, die Moleküle und die Atome. In Gasen sind die kleinsten Theilchen die Moleküle, und diese Moleküle bestehen wieder aus mehreren Atomen. Auch die elementaren Körper bestehen in freiem Zustande aus Molekülen, welche aus zwei, manchmal aus mehreren Atomen be-

Avogadro di Quaregno, Graf Amadeo, geb. 1776 in Turin, studirte die Rechte, widmete sich aber später ausschließlich der Physik. Sein berühmtes „Gesetz" ist in Ostwalds „Klassikern der exakten Wissenschaften" (Leipzig 1890) erschienen. Gest. 1856. — Vergl. seine Biographie von Botto (Turin 1858).

Humboldt, Friedrich Heinrich Alexander, Frhr. v., geb. 1769 in Berlin, studirte in Berlin und Göttingen Philologie, wandte sich später den Naturwissenschaften zu und machte weite Reisen, die überreich an wissenschaftlichen Ergebnissen waren. Auf allen Gebieten der Naturwissenschaften thätig, verkörpert H. die Universalität eines Wissens, wie es bis heute nicht wieder erreicht worden ist. Gest. 1859 in Berlin. — Schriften: „Kosmos" (1845—58, 4 Bde.), sowie zahlreiche Reisewerke. Seine „gesammelten Werke" sind in 12 Bänden erschienen (zuletzt Stuttgart 1889). Vergl. die Biographien von Bruhns, Klencke, Bauer, Löwenberg, Wittwer, Ule 2c.

Cannizaro, Stanislao, geb. 1826 zu Palermo, studirte in Pisa, war Professor in Alessandria, Genua, Palermo, seit 1871 in Rom. — Schriften: Sunto di un corso di filosofia chimica, e nota sulle condensationi di vapore (Rom 1880); „Abriß eines Lehrganges der theoretischen Chemie" (1858, deutsch von Miolati, herausg. von L. Meyer), erschienen in Ostwalds „Klassiker der exakten Wissenschaften" (Nr. 30, Leipzig 1891).

[2]) Journ. de phys. et par Delamétherie 73, juillet 1811, pag. 58—76 et ibid. Fevr. 1814. — [3]) Gilb. Ann. 20, 49. — [4]) Vergl. L. Meyer, Moderne Theorien der Chemie 6. Aufl. 1896.

stehen. Nur unter dieser Voraussetzung bleibt der Satz von Avogadro richtig. — Das Resultat dieser Ausführungen ist: 1. Ein Molekül eines Elementes ist die kleinste Menge desselben, die in freiem Zustande existiren kann. Das relative Molekulargewicht ist gleich der doppelten Dampfdichte und wird auf das Molekül Wasserstoff (2) bezogen. Mit wenig Ausnahmen besteht das Molekül eines Elementes aus zwei Atomen. 2. Ein Atom ist die kleinste Menge eines Elementes in einer chemischen Verbindung. Die Atomgewichte (Wasserstoff = 1) sind gleich den Gasdichten. (Seit kurzer Zeit nimmt man Sauerstoff als Einheit und setzt sein Atomgewicht auf 16,00 fest; das Atomgewicht des Wasserstoffs ist dem entsprechend 1,0074).

Die hier vorgetragene atomistische Molekulartheorie, deren Ausbau und Klärung fünf Jahrzehnte (1808—1858), die Zeit von Dalton bis Cannizaro, in Anspruch nahm, ist die erste Glanzleistung der chemischen Wissenschaft. Außer Alexander von Humboldt hat sich kein deutscher Forscher an ihr betheiligt; denn einerseits erlaubten dies die politischen Zustände der ersten zwei Jahrzehnte nicht, andererseits war die Herrschaft der Hegelschen Naturphilosophie der folgenden Jahrzehnte derartigen Spekulationen nicht günstig. Außerdem hat wohl das absprechende Urtheil Kants über die Chemie — dieselbe sei nicht Wissenschaft im höchsten Sinne des Wortes, weil sie sich nicht auf die theoretische Mechanik gründen ließe — viel dazu beigetragen, daß der Gedankenflug eines Lavoisier erst so spät in Deutschland Eingang fand. —

Die Chemie der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts steht hauptsächlich unter dem Einfluß von Berzelius. Wie für Dalton, so ist Berzelius auch für Lavoisiers Ideen eingetreten und hat vor Allem über die Begriffe: Säure, Basis, Salz, Klarheit zu schaffen gesucht. Im Widerspruch zu Lavosiers Definition der Säure erwies sich die Salzsäure als sauerstofffrei, sie bestand nur aus einem Atom Chlor und einem Atom Wasserstoff. Das von Scheele entdeckte Chlorgas hat bei Berzelius ziemlich lange als „oxydirte Salzsäure" gegolten, ehe er sich dazu entschließen konnte, es als Element anzuerkennen. Erst die Entdeckung der anderen „Wasserstoffsäuren", vor Allem der Blausäure durch Gay-Lussac haben auf ihn bekehrend eingewirkt. Mit der letzten Untersuchung war auch die Entdeckung des Cyans, einer aus einem Atom Kohlenstoff und einem Atom Stickstoff bestehenden Gruppe, verbunden; es spielte in der Blausäure dieselbe Rolle wie das Element Chlor in der Salzsäure. Analog hatte Berzelius im Ammonium (1 Atom Stickstoff mit 4 Atomen Wasserstoff verbunden) eine Gruppe entdeckt, welche im Stande war, mit Säuren ähnliche Verbindungen einzugehen wie Kalium und Natrium. Außer den Elementen und einfachen Radikalen lernte man jetzt noch die zusammengesetzten Radikale kennen. Letzterer Begriff spielt eine große Rolle in der Entwicklungsgeschichte der organischen Chemie, die wir hier im Einzelnen nicht weiter verfolgen können.



Solche zusammengesetzten Radikale waren aber auch nach Berzelius Säuren und Basen, und die elektrochemischen Arbeiten von Davy haben (s. u.) ihn in seiner Auffassung sehr bestärkt. Durch Vereinigung eines sauren Radikals (Sauerstoffverbindung eines Nichtmetalls) mit einem basischen Radikal (Metalloxyd) entstehen nach Berzelius die Salze. Der der Elektrochemie gewidmete Absatz wird Veranlassung geben, die falsche Definition der Salze richtig zu stellen und zwar in der Weise, wie sie Davy Berzelius gegenüber oft betont hatte. Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch erwähnt, daß wir Berzelius unsere heutige chemische Zeichensprache verdanken; seine Symbole sind die Anfangsbuchstaben der lateinischen, griechischen oder arabischen Namen der Elemente.

Im Jahre 1820 hat der englische Physiker Prout[5]) noch eine erwähnenswerthe Hypothese aufgestellt; diese betrachtete alle Elemente als Kondensationen eines und desselben Urstoffes und zwar des Wasserstoffes. Die Atomgewichte der Elemente sind dann ganzzahlige Vielfache des Wasserstoffgewichtes. Der Umstand, daß die meisten Atomgewichte keine ganzzahligen Vielfachen sind, sondern Bruchtheile mit sich führen, die man bei genauen Untersuchungen nicht vernächlässigen, noch dem Gewichte des Lichtäthers zuschreiben darf, scheint gegen Prout zu sprechen. Doch wird der Idealwunsch der Chemiker, das Element der Elemente zu entdecken, der Hypothese noch viele Anhänger erhalten. Gipfelt doch H. Hertz's berühmte Heidelberger Rede (1889) in den Worten: „Sollte nicht Alles, was ist, aus dem Aether geschaffen sein?"[6])

Die nächste große Leistung unserer Chemie haben wir in der Ausbildung der Lehre von der Valenz und der chemischen Struktur zu erblicken. Die ersten Ansätze zu diesen Betrachtungen sind niedergelegt in den Arbeiten des französischen Chemikers Charles Gerhardt.[7]) Erweitert und bestätigt wurde sie durch Adolph Wurtz[8]) und A. W. von Hofmann „über die organischen Ammoniakverbindungen". Ihre Krönung und Vollendung fand sie jedoch erst in Aug. Kekulé von Stradonitz[9]) (1857), den man mit Recht als den genialsten chemischen Philosophen unseres Jahrhunderts ansehen darf.

Der Inhalt, der zuerst von Gerhardt aufgestellten, später von Anderen vollendeten Lehrsätze ist kurz folgender: Unter Werthigkeit (Valenz) eines Elementes verstehen wir seine atombindende Kraft. Vermag sich ein Element wie z. B. Chlor mit nur einem Atom des

[5]) Vergleiche auch Meinecke Chemische Meßkunst (Halle a. S. 1815, 17). — [6]) Ges. Werke Bd. 1 (Leipzig), V. Meyer, Problem der Atomistik (Heidelberg 1895). — [7]) Théorie des résidus, A. ch. (2) 72, 184. J. 14, 348; A. 26, 176. Vergl. Compt. rend. des travaux chimiques par Laurent et Gerhardt, 1845, S. 161. — [8]) Wurtz, Mémoire sur les ammoniaques composés (Paris 1850). — [9]) Kekulé, Ueber die Konstitution und die Metamorphosen der chem. Verbindungen und über die chem. Natur des Kohlenstoffs.

Digitized by Google

Normalelementes Wasserstoff zu vereinen, so nennen wir es einwerthig. Die Chlorwasserstoffsäure oder Salzsäure ist demnach der Normaltypus für die Bindungsweise einwerthiger Elemente (Erster Gerhardtscher Typ). Der Sauerstoff, der, wie die Analyse des Wassers lehrt, zwei Anziehungseinheiten für Wasserstoff besitzt, ist folglich als zweiwerthig anzusprechen (zweiter Gerhardtscher Normaltyp). Das von A. W. Hofmann als dritter Typus hingestellte Ammoniak enthält das dreiwerthige Element Stickstoff, welches sich im Minimum mit drei Atomen des Normalelementes vereinigt. Diesen drei bekannten Typen fügte Kekulé 1857 als vierten das Methan oder Grubengas hinzu, durch welches die Vierwerthigkeit des Kohlenstoffs zum ersten Male deutlich zum Ausdruck kam; hierin liegt die hohe Bedeutung dieses Forschers für die Entwicklung der Chemie der Kohlenstoffverbindungen, die organische Chemie. Die ungeheure Zahl der Körper ließ sich am einfachsten übersehen und klassifiziren, wenn man, unter Voraussetzung der Vierwerthigkeit des Kohlenstoffs, mehrfache Bindungsweisen annahm. Kekulé gelangt so zu den Kohlenstoffketten, zur Lehre von den gesättigten und ungesättigten aliphatischen Verbindungen (Chemie der aliphatischen Verbindungen = Chemie der Fettkörper).

Ließen sich auf diese Weise die Zusammensetzung, der Aufbau und die Umwandlungen einer großen Anzahl von Kohlenstoffverbindungen, besonders der mannigfachen im Laufe der Zeit durch Liebig aufgefundenen Produkte des thierischen Stoffwechsels verstehen, so ordnete sich in den offenen Ketten nicht ein das 1825 von Faraday entdeckte[10]) und später von A. W. Hofmann als Stammkohlenwasserstoff der im Steinkohlentheer enthaltenen organischen Verbindungen (auch aromatische genannt) anerkannte Benzol. Das Genie des großen Meisters fand aber auch dafür die Lösung und seine Theorie des Benzolringes, d. h. also die Annahme des ringförmigen Anordnungsvermögens der Kohlenstoffatome neben dem kettenförmigen, führte zu großartiger Weiterentwicklung der Kenntnisse über die aromatischen Verbindungen; sie legte den Grund zur deutschen Theerfarbenindustrie. Allein die Benzoltheorie, welche, nebenbei gesagt, allen späteren Theorien über diesen Gegenstand weit überlegen ist, verleiht dem Namen Kekulé Anspruch auf Unsterblichkeit. Nur durch sein Werk nimmt die organische Chemie die bedeutende Stellung ein, in der wir sie heute erblicken.

Die ganze Valenz- und Strukturtheorie setzt aber offenbar eines voraus, daß jedes Element in all seinen Verbindungsformen stets dieselbe Valenz aufweist. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung der anorganischen Chemie zeigte sich jedoch, daß besonders unter den Metalloïden (Nichtmetallen) viele sind, die wechselnde Valenz zeigen, und zwar je nach dem Zustande, in dem sie sich befinden. So erwies es sich zweckmäßig, den Schwefel in manchen Fällen als zwei, in man-

[10]) Ann. of philos. 11, 44 und 95.

chen als vier-, in manchen sogar als sechswerthig anzunehmen. (Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxyd, Schwefeltrioxyd). Phosphor konnte drei- und fünfwerthig, Jod ein-, drei- und siebenwerthig auftreten. Ihre Erklärungen fanden diese Erscheinungen in dem durch Newlands 1865, Lothar Meyer und Mendeléjew 1869 aufgestellten periodischen System der Elemente[11]), welches deren physikalische und chemische Eigenschaften in Beziehung zu ihren Atomgewichten setzt. Nach diesen Forschern lassen sich die Elemente der Größe ihres Atomgewichtes nach in Tabellen einordnen, wonach ganz bestimmten Atomgewichten fast gleiche, periodisch wiederkehrende Eigenschaften der betreffenden Körper zukommen. Solche Elemente sind z. B. Kalium, Rubidium, Caesium, ferner Fluor, Chlor, Brom, Jod, die alle besondere „Reihen" innerhalb des periodischen Systems bilden. Eine solche tabellarische Anordnung der Elemente nach Atomgewichten und Eigenschaften mußte öfter größere Lücken aufweisen, welche man vorläufig durch Einsetzung unbekannter, später vielleicht zu entdeckender Elemente überbrückte; die ungefähren Eigenschaften dieser Körper ließen sich durch ihre Stellung im System voraussagen. Die Vermuthung Mendeléjews hat sich, wie schon in der „Anorganischen Chemie" berichtet, durch die Entdeckung des Galliums (Lecoq de Boisbaudran), des Scandiums (Nilson) und des Germaniums (Cl. Winkler) bestätigt, welche drei Elemente Rußlands größter Chemiker als Ekaaluminium, Ekabor und Ekasilicium vorausgesagt hatte.

In kurzen Worten ist noch der historischen Entwicklung der Lehre von der sog. chemischen Isomerie zu gedenken. Der Name ist 1830 von Berzelius gelegentlich der Entdeckung der Zinn- und Metazinnsäure zuerst angewandt worden;[12]) es handelt sich dabei um die merkwürdige Thatsache, daß zwei hinsichtlich ihrer physikalischen Eigenschaften völlig von einander verschiedene Körper ein und dieselbe chemische Zusammensetzung besaßen. Unlösliche Metazinnsäure und lösliche Zinnsäure, Weinsäure und Traubensäure, erwiesen sich in chemischer Beziehung als ein- und dasselbe. Als man nun dem Studium dieser merkwürdigen Fälle etwas größere Aufmerksamkeit zuwandte,[13]) traten noch feinere Unterschiede zu Tage. Zwei chemisch identische Körper konnten verschiedene Eigenschaften zeigen, aber dasselbe Molekulargewicht besitzen; man nannte dies Polymerie, wofür als deutlichstes Beispiel die beiden Propylalkohole galten. War aber außer den Eigenschaften noch die Molekulargröße verschieden, so sprach man von Metamerie. Derartige Fälle finden sich zahlreich beim Vergleich der Reihe der Alkohole mit derjenigen der Aether. (Aethylalkohol oder Weingeist metamer mit Methyläther.) Die weitere Entwicklung der Strukturchemie ließ im Allgemeinen eine Erklärung derartiger Isomeriefälle aus der Anordnung der Atome innerhalb des Moleküls aus der sog. Konstitutionsformel zu. Aber es gab auch

[11]) A. Suppl. 7, 354; das. 8, 133; ferner Newlands, Chem. N. 32, 21 und 192; L. Meyer, Moderne Theorien der Chemie. — [12]) J. 11, 47. — [13]) J. 12, 63.

Fälle, wo die molekulare Konstitution zur Erklärung der Isomerie nicht ausreichte, und schon Wislicenus deutete 1869 die Uebertragbarkeit der ebenen Anordnung der Atome innerhalb des Moleküls auf den Raum an.[14])

Erst zwei anderen Forschern, van't Hoff und Lebel war es 1874 vorbehalten, die dritte Art der Isomerie, die geometrische oder physikalische, unabhängig von einander zu erklären. Man dachte sich das Kohlenstoffatom als Mittelpunkt eines regelmäßigen Vierflächners (Tetraëder), nach dessen Ecken die vier Valenzen oder Anziehungseinheiten gerichtet waren; mit dieser Isomerie hing nun aber gewöhnlich noch eine andere Erscheinung zusammen. Eine der Substanzen hatte z. B. die Eigenschaft, die Polarisationsebene des Lichtes nach rechts oder nach links abzulenken, war also „optisch aktiv“, ihre isomere Schwester war es nicht (der Fall der Weinsäuren). Gerade hier haben van t'Hoffs raumchemische Betrachtungen klärend gewirkt, indem er die optische Aktivität an das Vorhandensein eines „asymmetrischen Kohlenstoffatoms“ gebunden erklärte, d. h. eines solchen der oben erwähnten räumlichen Anordnung, wobei die Ecken des Tetraëders durch vier einwerthige verschiedene Atome oder Atomgruppen vertreten waren. Das Fehlen eines solchen Atomes bedeutete optische Inaktivität. Die Chemie im Raum, von V. Meyer später Stereochemie genannt, hat fast alle früher dunklen Isomeriefälle (die Weinsäuren, die Zuckerarten u. s. w.) befriedigend aufgeklärt und bildet den würdigen Schlußstein in der Entwicklung des riesigen Lehrgebäudes der organischen Chemie am Ende des neunzehnten Jahrhunderts.

Schon in den ersten Jahrzehnten des Bestehens der Chemie als Wissenschaft haben verschiedene Chemiker Betrachtungen angestellt: einmal über die Ursachen, durch die Atome einer chemischen Verbindung innerhalb ihrer Moleküle so fest zusammengehalten werden, daß man ihre einzelnen Bestandtheile nicht mehr mechanisch trennen kann; sodann über die Kräfte, welche beim Zusammenbringen verschiedener

van't Hoff, Jacobus Hendricus, geb. 1852 in Rotterdam, wurde Ingenieur, studirte später Naturwissenschaft, 1878 Professor der Chemie, Mineralogie und Geologie in Amsterdam. Lebt seit 1896 in Berlin. — Schriften: „Chimie dans l'espace“ (Rotterdam 1874; 2. Aufl. unter dem Titel: „Dix années dans l'histoire d'une théorie“, 1887); in deutscher Bearbeitung von Hermann: Die Lagerung der Atome im Raum (Braunschweig 1877, 2. Aufl. 1894) und von Meyerhoffer: Stereochemie (Wien 1892); „Etudes de dynamique chimique“ (Amsterdam 1884); „Ansichten über die organische Chemie“ (Braunschweig 1878—81); „Lois de l'équilibre chimique“ (1885); seit 1887 Herausgeber der „Zeitschrift für physikalische Chemie“ (mit Ostwald, Leipzig). „Vorlesung über Bildung und Spaltung von Doppelsalzen“ (Leipzig 1897, zusammen mit Paul); „Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie“ (3 Bde., Braunschweig 1898—99). Vergl. seine Biographie von E. Cohen (Leipzig 1899).

[14]) A. 167, 343.



Stoffe einen theilweisen oder vollständigen Austausch ihrer Bestandtheile (chemische Umwandlung, Reaktion genannt) veranlassen.[15]) Man gelangte dadurch zum Begriffe der „chemischen Verwandtschaft“ oder Affinität und benannte damit die Kraft, welche die Atome innerhalb des Moleküles chemisch bindet. Schon der schwedische Chemiker Bergmann (1775) nutzte sie[16]) und stellte Tabellen auf, welche die Stärke der Affinität eines Stoffes zu einer ganzen Reihe von anderen angaben. So treibt z. B. Zink aus Chlorwasserstoffsäure Wasserstoff aus, weil die Affinität des Zinkes zum Chlor größer ist als die des Letzteren zu Wasserstoff. Daß aber die Geschwindigkeit, mit der zwei Stoffe auf einander chemisch einwirken (reagieren), nicht nur von den gegenseitigen Affinitäten, sondern auch von den angewandten Massen abhängt, darauf hat der Franzose L. C. Berthollet zu Anfang unseres Jahrhunderts aufmerksam gemacht;[17]) doch ist seine Theorie erst 60 Jahre später zur Anerkennung gelangt. Außer den einfachen chemischen Umsetzungen (Zink + Salzsäure = Chlorzink + Wasserstoff) hatte er auch die doppelten studirt (z. B. Kupfersulfat + Baryumchlorid = Baryumsulfat + Kupferchlorid) und hat bei den letzteren als Bedingung für die Störung des Gleichgewichtes (Bildung eines Niederschlages, Gasentwicklung) die Unlöslichkeit oder Flüchtigkeit eines der in Frage kommenden Stoffe erkannt. Guldberg und Waage haben im Jahre 1867 durch ihre Arbeiten über das Massenwirkungsgesetz[18]) jene Untersuchungen unverdienter Vergessenheit wieder entrissen. Das Massenwirkungsgesetz, eine der größten Errungenschaften der theoretischen Chemie im neunzehnten Jahrhundert, stellt zum ersten Male die Bedeutung der Konzentration der Stoffe für den Verlauf der Reaktion in rechtes Licht, es legt Grund zu den Untersuchungen über chemische

Meyer, Viktor, geb. 1848 in Berlin, 1867—71 Assistent Bunsens, 1889 Nachfolger desselben in Heidelberg. Gest. 1897. — Schriften: „Chemische Probleme der Gegenwart“ (Heidelberg 1890); „Ergebnisse und Ziele der stereochemischen Forschung“ (das. 1890); „Lehrbuch der organischen Chemie“ (mit Jacobson, Leipzig 1891—95, 2 Bde.) 2c.

Berthollet, Claude Louis, (1748—1822) hervorragender französischer Chemiker. S. Ostwalds „Klassiker“ Nr. 74.

Guldberg, C. M., geb. 1836, seit 1869 Professor der Mathematik an der Universität Christiania.

Waage, P., (1833—1899), seit 1862 ebenda Professor der Chemie. S. Ostwald's „Klassiker“ Nr. 104.

[15]) Vergl. Kopp, Geschichte d. Chemie, 2, 288 ff. — [16]) Vergl. Bergmanns Opuscula phys. et chem. III, 291 (1783). — [17]) Niedergelegt in „Recherches sur les lois de l'affinité (Paris 1801; übersetzt von Fischer, Berlin 1802); „Essai de statique chimique“ (Paris 1803, 2 Bde.; deutsch von Bartholdy, Berlin 1811). — [18]) Etudes sur les affinités chimiques (Christiania 1867). Vergl. auch J. pr. (2) **19**, 69.

Statik und Dynamik und bildet somit das Fundament für die mathematische Chemie der Gegenwart.

Durch die Arbeiten M. A. Berthelots, J. H. van't Hoffs steht fest, daß es sich bei chemischen Prozessen fast stets um Gleichgewichtszustände handelt, vollständige Umsetzungen gehören zu den Seltenheiten. Wie man in der Physik das Gleichgewicht zwischen Wasser, seinem Dampf oder Eis, erforscht, so sucht man jetzt die Gleichgewichtszustände zwischen einem Gase und seinen chemischen Spaltungsprodukten bei höherer Temperatur (Dissociationserscheinungen) zu ermitteln; wie Henry St. Claire Deville 1857 für Wasserdampf, Sauerstoff, Wasserstoff zuerst es begann.[19]) Die Arbeiten Victor Meyers und Langers (pyrochemische Untersuchungen)[20]) bieten hierin Mustergültiges. Oder man stellt die Bedingungen fest, unter denen die wasserfreie Phase eines Salzes mit seiner kristallwasserhaltigen zusammenexistiren kann, man bestimmt nach den verschiedensten Methoden die Uebergänge solcher Phasen in einander (Umwandlungsprodukte). Das beste Beispiel solcher Gleichgewichtszustände bietet die Natur in den beim Uebergang von der geologischen Dyas- zur Triasperiode gebildeten Salzlagern Nordeuropas (Staßfurter Kalisalzlager, über 30 000 Jahre alt, dann die Steinsalzlager bei Inowrazlaw u. s. w.). Es ist sehr wahrscheinlich, daß es mit der Zeit gelingen wird, die Entstehungsweise dieser mehr oder weniger komplizirten Doppelsalze und ihre gegenseitigen Umwandlungen genauer zu erkennen; die Arbeiten van't Hoffs bedeuten darin schon einen bedeutenden Fortschritt. Aber auch die Geschwindigkeit der Reaktionen hat jener große Gelehrte auf Grund des Massenwirkungsgesetzes berechnen und bestimmen gelehrt. Aus seinen „Studien zur chemischen Dynamik[21]) lernt man den zeitlichen Verlauf der Umsetzung des Rohrzuckers in Traubenzucker und Fruchtzucker (Wilhelmy 1850)[22]) kennen und stellt dabei den merkwürdigen, beschleunigenden Einfluß fest, den zugesetzte indifferente Stoffe auf die Umwandlung ausüben. Diese Erscheinungen der Katalyse (Katalyse-Auflösung; katalytische Kraft nach Berzelius die Kraft, welche thätig ist, wenn Körper durch ihre bloße Gegenwart und nicht durch ihre Verwandschaftskraft andere Körper zu Zersetzungen oder Verbindungen veranlassen, ohne selbst an diesen Prozessen theilzunehmen), welche mit dem gleich zu erörternden Gesetz der Erhaltung der Kraft einigermaßen im Widerspruch stehen, insofern als Beschleunigung nur unter Energieverbrauch stattfinden kann, bei der Katalyse diese aber durch die bloße Gegenwart fremder Stoffe herbeigeführt wird, bilden ein vielumstrittenes Tagesproblem der Wissenschaft.

Wir gelangen nun zum zweiten Universalprinzip moderner Naturwissenschaft, dem der Erhaltung der Kraft oder Energie, das

[19]) Vergl. C. r. 45, 857; Leçons sur la dissociation (Paris 1866). — [20]) Pyrochemische Untersuchungen von Meyer und Langer (Braunschweig 1885). — [21]) Cohen, Studien (Leipzig 1896). — [22]) P. 81, 413.



neben dem der Erhaltung des Stoffes, die gesammten physico-chemischen Disciplinen beherrscht; seine Entdeckung knüpft an die Namen Rob. Mayer 1842, Hermann Helmholtz 1847 und J. Prescott Joule an. Der erste hat die philosophische, universelle Bedeutung des Gesetzes am deutlichsten herausgefühlt, der zweite leistete vollendete fachwissenschaftliche Durcharbeitung, dem dritten endlich gebührt das Verdienst der praktischen Bestätigung des Satzes durch mannigfachste, ausgedehnteste Versuchsreihen.[23]) War damit die Umwandelbarkeit der verschiedenen Naturkräfte und Energieformen in einander zum Prinzip erhoben worden, so trat nunmehr die chemische Energie in Wechselbeziehungen zu den andern damals bekannten physikalischen Energien: Wärme, Elektricität und Licht; so entstand die physikalische Chemie im engeren Sinne, deren ältester Zweig die Thermochemie ist.

Die Thermochemie reicht zurück bis zu Lavoisier, welcher im Verein mit dem großen Physiker Laplace durch den Satz: daß jeder chemischen Substanz eine ganz bestimmte Bildungswärme zukomme, welche entgegengesetzt gleich sei ihrer Zersetzungswärme, ihr Begründe wurde.[24]) Vereinigen sich z. B. 2 g Wasserstoff mit 16 g Sauerstoff zu 18 g Wasserdampf, so geschieht dies unter Entwicklung von 58 großen Wärmeeinheiten (positive Wärmetönung); bei der Bildung flüssigen Wassers entstehen deren noch 10 weitere. Die Vereinigung von Stickstoff und Sauerstoff zu Stickoxyd erfolgt dagegen unter Abkühlung der Umgebung um 21½ große Wärmeeinheiten (negative Wärmetönung). Im ersten Falle war die Affinität des Wasserstoffs zum Sauerstoff so groß, daß zu ihrer Vereinigung zu Wasserdampf nur sehr geringe Arbeitskraft nöthig war, die übrige Energie, da sie nicht

Mayer, Robert, geb. 1814 in Heilbronn, studirte Medizin. Gest. 1878. Seine kleineren Schriften und Briefe gab J. Weyrauch (Stuttgart 1893) heraus. Vergl. auch Helm, „die Energetik und ihre geschichtliche Entwicklung" (Leipzig 1898, S. 16—28).

Helmholtz, Hermann (von), geb. 1821 in Potsdam, war zunächst Militärarzt, dann Professor der Medizin in Königsberg, Bonn, Heidelberg, seit 1871 Professor der Physik an der Universität Berlin, mit welchem Posten er seit 1887 den des ersten Präsidenten der phys. techn. Reichsanstalt vereinigte. S. Ostwalds „Klassiker" Nr. 1. Gest. 1894. — Schriften: „Ueber die Erhaltung der Kraft" (Berlin 1847). Weiteres siehe Physik. Ueber ihn siehe die Reden von Bezolds (Leipzig 1895), Dubois Reymond (das. 1899), ferner die Broschüren von Epstein (Stuttgart 1896) und E. Kusch, welch letztere als Beitrag zur Geschichte des Potsdamer Gymnasiums die Schülerzeit des großen Gelehrten behandelt. Seine „Vorträge und Reden" sind in neuer Ausgabe bei Vieweg (Braunschweig) erschienen. „Helmholtz ist Goethe, spezialisirt zu einer Offenbarungsseite des menschlichen Denkens; nach ihm ist wohl etwas Anderes möglich, aber nichts Höheres, ähnlich wie es auch in der Musik nach Beethoven nichts Größeres giebt" (nach van Laar).

[23]) Zusammengefaßt in „Scientific papers of James Prescott Joule" (London 1884—1887, 2 Bde.). — [24]) Oeuvres de Lavoisier, II, 283 (Publ. 1862).

verloren geht, wird als Wärme frei. Der Stickstoff hat zum Sauerstoff hingegen nur eine so geringe Verwandtschaft, daß die eigene Energie des Systems (Stickstoff, Sauerstoff) zur Bildung von Stickoxyd nicht ausreicht, es muß also der Umgebung noch Wärme entzogen werden. [Reaktionen, welche unter Wärmeentwicklung verlaufen und sehr beständige Körper liefern (über die Zersetzung des Wasserdampfes z. B. s. oben unter Dissociation) nennt der berühmte Thermochemiker J. Thomsen exothermisch; andere Reaktionen, welche unbeständige, leicht explodirende oder rasch sich zersetzende Körper geben, dagegen endothermisch —]. Der Ansatz: Wasserdampf + Sauerstoff gleich Wasser ist also unzureichend, weil er nur das Gesetz der Erhaltung des Stoffes berücksichtigt. Die ersten thermochemischen Messungen (Kalorimetrie) verdanken wir ebenfalls Lavoisier und Laplace; die Versuche sind aber wegen der Mangelhaftigkeit der Apparate ungenau.

Den nächsten Schritt zur Erweiterung der chemischen Wärmelehre bedeutet das Gesetz von Dulong und Petit 1819, nach dem das Produkt aus Atomgewicht und spezifischer Wärme (Atomwärme) gleich einer Konstanten 6,4 ist (mit einigen Ausnahmen).[25]) Bis heute hat sich die theoretische Physik vergeblich um einen Beweis für diesen Satz bemüht, der Praxis hat er bei der Bestimmung der Atomgewichte gute Dienste geleistet. Seine Erweiterung fand er später im Neumann-Koppschen Gesetz, wonach die Molekularwärme einer zusammengesetzten Substanz gleich ist der Summe der Atomwärmen der einzelnen Komponenten. Einen wichtigen thermochemischen Satz hatte ferner der russische Chemiker Heß (1840) aufgestellt, daß nämlich die Bildungswärme einer Substanz dieselbe bliebe, einerlei, ob der Bildungsprozeß auf einmal oder in mehreren Phasen vor sich ginge; die Summe der „Wärmetönungen" der einzelnen Phasen war gleich der Bildungswärme der schließlich zu erzielenden Substanz.[26]) (Die Arbeiten von Heß sind lange Zeit vergessen gewesen; es gebührt W. Ostwald das Verdienst, die Heß'schen Arbeiten ins richtige Licht gerückt zu haben.)

Ihre weitere Entwicklung nimmt die Thermochemie an der Hand der mechanischen Wärmetheorie, welche die ältere Stofftheorie gestürzt hat und die Wärme als Bewegung erkennen lehrte. Ihr erster

Kopp, Hermann, geb. 1817 in Hanau, arbeitete bei Liebig in Gießen, 1864 Professor in Heidelberg. Gest. 1892 dortselbst. — Wichtige Schriften: „Geschichte der Chemie" (Braunschweig 1843—47, 4 Bde.). „Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit" (München 1871—73, 2 Thle.); Mitherausgeber des „Jahresberichts über die Fortschritte der Chemie 2c." und „Annalen der Chemie und „Annalen der Chemie und Physik".

Thomsen, Julius, geb. 1826 in Kopenhagen, 1866 Professor der Chemie an der dortigen Universität. Neben M. A. Berthelot-Paris und A. Naumann-Gießen der bedeutendste Thermochemiker der Gegenwart. — Schriften: „Thermochemische Untersuchungen" (Leipzig 1882—86, 4 Bde.).

[25]) A. 10, 395; C. r. 7, 871. — [26]) P. 50, 385. —

Hauptsatz ist nichts weiter als das Princip von der Erhaltung der Kraft, angewandt auf thermische Vorgänge; jede thermochemische Reaktionsgleichung ist imstande, seinen Inhalt zu illustrieren; mit ihm wurden auch die Lösungswärmen, Verdünnungswärmen und Neutralisationswärmen verfolgt. Die Auflösung von Kochsalz in Wasser z. B. erfolgt bekanntlich stets unter Abkühlung; es entziehen 58 g Salz, in 200 g Wasser gelöst, der Umgebung 1,2 große Wärmeeinheiten; daß bei der Verdünnung von Schwefelsäure mit Wasser Wärme entsteht, ist jedem Chemiker längst bekannt, und hat die Thermochemie die hierbei auftretenden Wärmemengen verfolgen gelehrt. Neutralisirt man eine starke Säure mit einer starken Basis (wobei ein Salz neben Wasser erhalten wird), so entsteht in allen Fällen so viel Wärme, als der Bildung des flüssigen Wassers entspricht. Eine Erklärung dieser merkwürdigen Thatsachen lieferte erst die Elektrochemie. Am interessantesten aber ist mit ihrer Hülfe das Studium der Verbrennungswärme,[27]) welche leicht mittelst Verbrennung der betreffenden Substanz im Sauerstoffstrome unter Anwendung des elektrischen Funkens gefunden werden kann (kalorimetrische Bombe von M. A. Berthelot).[28]) Ihre Kenntniß ist einerseits zur Berechnung der Bildungswärme gewisser Körper nöthig, dann aber auch zur Bestimmung des Nährwerths der Stoffe, den der Physiologe bekanntlich nach der Höhe der Verbrennungswärme taxirt.

Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie (R. Clausius), welcher die beschränkte Verwandelbarkeit der Wärme in andere Energieformen behandelt,[29]) ist für die physikalische Chemie von enormer Bedeutung gewesen. Mit seiner Hülfe wurde erkannt, daß alle in der Natur unter Aufnahme oder Abgabe von Wärme sich abspielenden physicochemischen Processe irreversabel sind, d. h. nicht wieder vollständig rückgängig gemacht werden können, daß unsere Kenntnisse also auch in dieser Hinsicht auf Gleichgewichtszustände beschränkt sind. Im Verein mit dem Massenwirkungsgesetz und der chemischen Dynamik hat der zweite Hauptsatz die Kenntnisse des Verlaufes chemischer Reaktionen bedeutend erweitert. Durch van't Hoff lernte man die Verschiebungen des Gleichgewichtes mit der Temperatur kennen, man studirte genauer den Verlauf der Dissociationserscheinungen (Zersetzungstemperatur, Dissociationsspannung), und wandte sich zur Lösung der Frage, wie die irreversibelen Processe zur Gewinnung eines Maximums an unwandelbarer Arbeit am vortheilhaftesten ausgenützt werden könnten. Auch begründete sich damit die Thermodynamik chemischer Vorgänge (d. i. deren Verfolgung mittelst der Wärmetheorie), deren größte Leistungen die Arbeiten von Helmholtz (1882) über die „freie, d. i. frei verwandelbare Energie"[30]) und

[27]) Vergl. Berthelot, „Essai de mécanique chimique, fondée sur la thermochimie (1879, 2 Bde.). — [28]) A. ch. (5) 23, 160. — [29]) Vergl. Clausius, Mechanische Wärmetheorie I (Braunschweig 1876, 3. Aufl. 1887). — [30]) Mathem. naturwiss. Mitt. d. Berl. Akademie 1, 7.

das Phasengesetz von W. Gibbs (1878)[31]) sind. Schönste Frucht aber hat die Lehre von der freien Energie bei ihrer Anwendung auf die Elektrochemie getragen, deren Geschichte wir uns nunmehr zuwenden.

* * *

Im Jahre 1790 entdeckte Aloysius Galvani die Berührungselektricität oder den nach ihm benannten galvanischen Strom. Er gab sich damals der Hoffnung hin, infolge geeigneter metallischer Verbindungen der Muskeln todter Frösche dieselben wieder belebt, also das alte Problem der Lebenskraft glücklich gelöst zu haben.[32]) (Die irrige Anschauung, wonach sich organische Körper von anorganischen durch eine besondere innenwohnende Lebenskraft unterscheiden, wurde erst durch die Synthese des Harnstoffs aus unorganischen Elementen durch Fr. Wöhler 1828 widerlegt.) Die richtige Deutung der Versuche Galvanis gab Alessandro Volta, indem er zeigte,[33]) daß die Zuckungen der Froschschenkel lediglich eine Folge der Berührung zweier Metalle (Messing, Eisen, die bei der Präparirung Verwendung fanden), sei, daß überhaupt bei der Berührung zweier verschiedener Metalle immer eine elektromotorische Kraft zwischen ihnen entstehe. Das Froschpräparat Galvani's war nichts weiter als ein empfindliches Elektroskop. Volta stellte damals die aus der Physik bekannte Spannungsreihe auf und bewies vor allem, daß die elektromotorische Kraft größer wurde, wenn man die Metalle in eine verdünnte Lösung tauchte, also Leiter erster Klasse mit solchen zweiter Klasse zusammenbrachte.[34]) Er konstruirte seine berühmte Voltasche Säule[35]) (Zink, verdünnte Schwefelsäure, Kupfer), welcher Wollaston später die ihr heute übliche Trog- oder Zellenform gegeben hat. Es zeigte sich, daß eine solche Zelle gar bald ihre Thätigkeit einstellte; den Grund fanden Gautherot und Ritter (1802—1803) heraus: es war die galvanische Polarisation;[36]) die Metallplatten beluden sich mit Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff), welche die leitende Verbindung (Kontakt) zwischen Metall und Flüssigkeit aufhoben und sogar selbst gegeneinander elektromotorisch thätig wurden (Polarisationsstrom); eine solche Kette war z. B. verd. Schwefelsäure zwischen Platinplatten, bei anderen, z. B. Voltas Kette, war wenigstens die

Galvani, Aloysius, geb. 1737 in Bologna, widmete sich der Medizin, und war Professor an der Universität Bologna. Gest. 1798. S. Ostwalds „Klassiker“ Nr. 52.

[31]) Transact. of the Connecticut Acad. III. 108 und 343. — [32]) „Aloysii Galvani de Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius, Bononiae 1791“ (übersetzt von Mayer, Prag 1793). — [33]) Ph. T. 1793, I, S. 10—44. — [34]) Annali di Chimica von Brugnatelli, 1796 und 1797, Bd. 13 und 14. Deutsch von Ritter, „Beiträge zur näheren Kenntniß des Galvanismus“ (Jena 1800, Bd. 1, drittes Stück). — [35]) Ph. T. 1800, II, 405—431. — [36]) Voigts Magazin, 6, 105 (1803).

eine Platte (Zink) gasfrei. Erst im letzten Jahrhundert lernte man sog. konstante Elemente unter Benutzung zweier Flüssigkeiten zusammensetzen; das Daniell-Element besteht z. B. aus Zink, verd. Schwefelsäure, Kupfersulfat, Kupfer; seine beiden Flüssigkeiten werden durch einen porösen Thoncylinder in leitender Verbindung gehalten. — Die Hauptfrage blieb: Wie entsteht der Strom in der galvanischen Zelle? Ist der Kontakt seine Ursache oder wohl die beobachtete chemische Zersetzung?

Bis Ende der achtziger Jahre sind sowohl Kontakttheorien (Volta, von Helmholtz) auch als chemische Theorien (Wollaston, de la Rive, Faraday) eifrig vertreten worden. Eine wirkliche Theorie der Voltaschen Zelle ist aber erst durch die später zu erörternde van't Hoffsche Theorie der Lösungen angebahnt worden. Im Jahre 1889 legte H. von Helmholtz der Kgl. preuß. Akademie der Wissenschaften die hervorragende Arbeit Walter Nernsts über die osmotische Theorie der Voltaketten[37]) vor, es hat also erst ein Jahrhundert nach der Entdeckung Galvanis das Problem der galvanischen Zelle seine Lösung gefunden.

Im Jahre 1800 beobachtete Nicholson und Charlisle die erste chemische Wirkung des Stromes in der Zersetzung angesäuerten Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff;[38]) eine derartige galvanische Zerlegung heißt Elektrolyse. Wollaston elektrolysirte zum ersten Male Kupfersulfat zwischen Silberplatten und fand, daß diejenige Platte, an der sich bei der Wasserzersetzung der Wasserstoff ausschied, verkupfert wurde; beim Wechseln der Stromrichtung löste sich das ausgeschiedene Kupfer wieder auf.[39]) Die nächste Anwendung der Elektrolyse war die Zerlegung der bis dahin als Element geltenden Basen Kali und Natron durch H. Davy (1807), die zur Entdeckung der Elemente Kalium und Natrium führte.[40]) Die genauesten Untersuchungen über die Elektrolyse verdanken wir Michael Faraday[41]) (1833), welcher auch die heute geläufigen Bezeichnungen einführte: Er nannte die eine Platte, an der sich Wasserstoff oder Metall abscheidet, Katode, die andere Anode; die Flüssigkeit Elektrolyt; die Platten Elektroden; den ganzen Vorgang Elektrolyse. Als Richtung des Stromes nahm er die an, in der sich bei der Elektrolyse das Metall bewegt; also den Weg von der Anode zur Katode. Es fließt mithin in Voltas Zelle der Strom vom Zink zum Kupfer (im äußeren Leitungsdraht dagegen umgekehrt), denn am Kupfer scheidet sich Wasserstoff, am Zink Sauerstoff ab. Den zur Katode wandernden Bestandtheil des Elektrolyten nannte Faraday das Kation, den Rest das Anion, beide zusammen die Jonen.

Die von Faraday 1833 gefundenen Grundgesetze der Elektrolyse lauten: 1) Die abgeschiedenen Mengen wachsen mit der Stärke des

[37]) Bericht in der Zeitschr. f. phys. Chemie 2, 613 (1888). — [38]) Gilberts Ann. 6, 340 (1800). — [39]) Nicholson's Journ. 5, 337 (1801). — [40]) Ph. T. 1808, S. 1. — [41]) Ph. T. für 1833. — P. 29, 274 (1833).

die Zellen passirenden Stromes; 2) Leitet man denselben Strom durch verschiedene Elektrolyte, so stehen die abgeschiedenen Kationen (resp. Anionen) im Verhältniß ihrer Aequivalentgewichte. (Man versteht unter Aequivalentgewicht eines Elementes den Quotienten aus Atomgewicht und Werthigkeit). Diese Untersuchungen Faradays nun halfen einen wichtigen Streit schlichten, den schon früher erwähnten (s. o.) zwischen Berzelius und Davy über das Wort „Salz". Berzelius zerlegte jedes Salz in basisches und saures Oxyd (Radikal), in einen elektropositiven Bestandtheil, der an die Katode, und einen solchen elektronegativen, der an die Anode ging. Bei der Elektrolyse z. B. von Kaliumsulfat fand nach ihm außer der Zerlegung des Salzes noch Wasserzersetzung statt; an der Katode vereinigten sich Kaliumoxyd und Wasserstoff zu Kalilauge, wozu die Hälfte des abgeschiedenen Gases verbraucht wurde; in ähnlicher Weise fand an der Anode Bildung von Schwefelsäure und Sauerstoffentwicklung statt. Der englische Professor Daniell schaltete nun 1836 in den Stromkreis außer einer elektrolytischen Versuchszelle mit Vorrichtung zur Gasmessung noch einen Wasserzersetzer (Voltameter) ein.[42]) Hatte Berzelius Recht, so mußte in der Salzlösung infolge gleichzeitiger Wasserzersetzung und darauf folgenden sekundären Umsetzungen an den Elektroden doppelt so viel Wasserstoff und Sauerstoff entwickelt werden, wie in dem zugeschalteten Voltameter. Es geschah aber nicht — es entwickelten sich ganz im Sinne von Faradays Gesetz gleich große Gasmengen! — Davy hatte gemeint, daß der Austausch des basischen Wasserstoffs einer Säure gegen Metall zur Salzbildung führe, und heute noch entsteht nach unserer Vorstellung ein Salz durch den theilweisen oder vollständigen Ersatz des Wasserstoffs einer Säure durch Metall (saure und neutrale Salze; eine dritte Kategorie, die der basischen, leitet sich von den Metalloxydhydraten durch unvollständigen Ersatz ihres Wasserstoffs durch Säurereste ab). Daniell äußert sich folgendermaßen: Salze sind Elektrolyte, sie zerfallen bei der Elektrolyse in Metall und Säurerest.

Einen weiteren Fortschritt in der Entwicklung der Elektrolyse bedeuten die Arbeiten[43]) Hittorfs, die aber erst viel später Würdigung gefunden haben. Er fand bei der Elektrolyse etwa von Kupfersulfat zwischen Kupferplatten, daß nach einiger Zeit der Anodenraum eine größere Koncentration zeige als der Katodenraum; es mußte sich also an der Anode mehr Kupfer auflösen, als gleichzeitig an der Katode abgeschieden wurde, die Anionen mußten folglich schneller wandern als die Kationen; diese Verhältnisse (die relativen Wanderungsgeschwindigkeiten) konnte man durch Analyse der Anoden- und Katodenflüssigkeit ermitteln. Diese Untersuchungen sind für die

Hittorf, W., geb. 1824 zu Bonn, jetzt Professor in Münster. S. Ostwalds „Klassiker" Nr. 21, 23.

[42]) Ph. T. 1836, 107. — P. 42, 263 (1837). — [43]) P. 89, 177 (1853); das. 98, 1 (1856); das. 106, 337 (1859).

heutige Elektrochemie von der allergrößten Bedeutung gewesen. Schon seit langem war die Frage aufgeworfen worden, ob nicht die Ermittelung des Widerstandes und der Leitfähigkeit von Salzlösungen Aufschluß geben könne über weitere Fragen der Elektrolyse. Eine geeignete Methode zur Lösung hat aber erst F. Kohlrausch (1880) gefunden: es hat sich gezeigt, daß der Widerstand einer Lösung abnimmt mit der Temperatur, was eine Zunahme der Leitfähigkeit zur Folge hat. Letztere nimmt weiter zu bei stetiger Verdünnung der Lösung bis zu einem schließlichen Grenzwerth, den man als Endleitfähigkeit oder Leitfähigkeit bei unendlich großer Verdünnung bezeichnet. Der Name rührt von dem Leipziger Professor Wilhelm Ostwald her, dem wir die umfangreichsten Untersuchungen über die Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Verdünnung verdanken[44]). Daß sich die Endleitfähigkeit einer Lösung in den einfachsten Fällen als Summe der relativen Wanderungsgeschwindigkeiten ihrer Bestandtheile darstellen läßt, ist eine zuerst von F. Kohlrausch festgestellte Thatsache.

Im Allgemeinen dachte man früher über die Mechanik der Stromleitung in Elektrolyten so, wie die Theorie von Grotthus (1805) es ausspricht, nach welcher der Strom als erste Arbeit eine Trennung der Jonen (s. o.) aus ihrem Molekularverbande zu bewirken habe;[45]) in zweiter Linie käme erst ihr Transport in Richtung der Elektroden in Betracht. Gegen diese Theorien opponiert schon Clausius 1879 im zweiten Bande seiner „mechanischen Wärmetheorie", wenn er sagt:

Kohlrausch, Friedrich, geb. 1840 in Rinteln, studirte in Erlangen und Göttingen Physik, 1867 in letzterer Stadt a. o. Professor. 1875 wurde er Professor in Würzburg, 1888 in Straßburg und 1895 Präsident der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin, wo er noch thätig ist. — Schriften: Leitfaden der praktischen Physik (Leipzig 1870, 8. Aufl. 1896).

Ostwald, Wilhelm, geb. 1853 in Riga, habilitirte sich 1877 daselbst, seit 1887 Professor in Leipzig. O. ist einer der hervorragendsten Vertreter der physikalischen Chemie. — Schriften: Lehrbuch der allgemeinen Chemie (Leipzig 1885 bis 1888, 2 Bde.; 2. Aufl. 1891 ff.); Grundriß der allgemeinen Chemie (2. Aufl. das. 1890); Die wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie (das. 1894); Hand- und Hülfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen (das. 1893); Elektrochemie (das. 1894); Die Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus (das. 1895); Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre (das. 1896); er übersetzte Gibbs Thermodynamische Studien (Leipzig 1892); Herausgeber der „Klassiker der exakten Wissenschaften" (Neudruck älterer grundlegender Arbeiten), erschienen seit 1889, und der „Zeitschrift physikalischer Chemie" (mit van t'Hoff).

Grotthus, Ch. J. D. Frhr. von, (1785—1822). Ueber seine Lebensschicksale s. „Allgemeines Schriftsteller- und Gelehrtenlexikon der Provinzen Livland, Estland und Kurland", von J. F. von Recke und K. E. Napierski, 2, 120 (1829).

[44]) S. hierüber, sowie alle Arbeiten auf elektrochemischem Gebiete Ostwalds herrliches Werk: Die Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre (Leipzig 1896). — [45]) A. ch. 58, 54 (1806).

eine mit einer galvanischen Zelle verbundene Galvanometernadel dürfe nach Grotthus erst dann ausschlagen, wenn der Strom genügend Moleküle zerlegt hätte, — es geschieht dies aber sofort nach Stromschluß. Ferner mußten, wenn Grotthus Theorie richtig wäre, Salze, gebildet aus Elementen von geringerer gegenseitiger Affinität, besser leiten als solche mit größerer, weil zu ihrer Trennung geringere Arbeit aufgewandt werden müsse. Wir wissen aber genau, daß Chlorkalium viel besser leitet als z. B. Quecksilberchlorür. Folglich ist Grotthus Theorie falsch. (Auf die spätere Theorie von Helmholtz (1881)[46]) kann hier nicht eingegangen werden.)

Daß zwischen dem gasförmigen und flüssigen Aggregatzustande gemeinsame Beziehungen bestehen, zeigen mannigfache Versuche aus dem letzten Jahrhundert, Gase unter Anwendung niedrigerer Temperatur und erhöhten Druckes zu verflüssigen. Genügende Aufklärung über die hierbei einzuhaltenden Versuchsbedingungen gab jedoch erst 1861 Andrews durch seine Definition der kritischen Temperatur und des kritischen Druckes, deren nähere Erläuterung der Physik überlassen sei. Eine den gasförmigen und flüssigen Aggregatzustand umfassende mathematische Theorie hat sodann der berühmte holländische Physiker van der Waals (1884) aufgestellt. Daß sich aber die Gasgesetze auch wörtlich übertragen ließen auf die bis dahin wenig beachteten verdünnten Lösungen, die Entdeckung dieser erstaunlichen Thatsache verdankt man dem allgewaltigen Genie van t'Hoffs (1887), der da lehrte:[47]) Der in einer verdünnten Lösung durch Konzentrationsausgleich entstehende Druck (osmotischer Druck) ist von derselben Größe, wie ihn bei Vergasung des ganzen Systems die Theilchen der gelösten Substanz auf die Wände des umschließenden Gefäßes ausüben würden. — Das Gay-Lussac-Mariottesche Gesetz galt für verdünnte Lösungen (s. Physik). Man lernte den osmotischen Druck messen und fand, daß derselbe für anorganische Salzlösungen ungefähr den doppelten Werth annahm wie für andere (Rohrzuckerlösung z. B.). In dieser Hinsicht verhielten sich, wie Raoult in Grenoble 1882 beobachtet hatte, die Salzlösungen gerade so wie oben bei der Messung der durch sie verursachten Siedepunktserhöhung, Dampfspannungserniedrigung, Gefrierpunktserniedrigung des Lösungsmittels. Immer ergab sich für sie ungefähr der doppelte Werth, und man konnte sich diese Abnormität am einfachsten dadurch erklären, daß man mit Professor Swante Arrhenius in Stockholm annahm,[48]) in einer Kochsalzlösung z. B. sei der größte Theil

van der Waals, J. D., geb. 1837, seit 1877 Professor der theoretischen Physik an der Universität Amsterdam. S. van Laars Biographie (Leipzig 1900).

Arrhenius, Swante, geb. 1859 in Wyk bei Upsala, arbeitete bei Ostwald, Kohlrausch, van't Hoff u. s. w. Seit 1891 Professor in Stockholm.

[46]) S. Vorträge und Reden II. Band. — [47]) Näheres hierüber und das folgende s. Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie 2. Aufl. I, 651 und ff. — [48]) Die erste Mittheilung über diese hochwichtige Entdeckung ist veröffentlicht in

des Salzes gespalten in freies Natrium und freies Chlor. Nur mußten sich diese beiden Elemente nicht als Atome, sondern in irgend einem andern Zustande dort vorfinden, da das freie Atom Natrium an einer Wasserzersetzung, das freie Chlorgas an seiner grünen Farbe zu erkennen wäre; von diesen Erscheinungen nahm man aber in einer verdünnten Kochsalzlösung nichts wahr. Die naheliegende Annahme war nun die des Jonenzustandes; jedes der beiden Atome Natrium und Chlor war mit einer positiven oder negativen elektrostatischen Ladung versehen, durch Auflösung eines Salzes in Wasser wurde also eine theilweise Spaltung desselben in seine Jonen herbeigeführt (Dissociation). So ist der Inhalt der berühmten elektrolytischen Dissociationstheorie von Arrhenius (1887), deren mathematische Bestätigung auf Grund der Thermodynamik durch den Berliner Professor der Physik Max Planck im gleichen Jahre erfolgte.

Doch kehren wir wieder zu Grotthus zurück. Die anorganischen Salzlösungen sind stärker dissociirt als die organischen; auch sind sie Elektrolyte und leiten um so besser, je verdünnter sie sind. Nimmt man aber in einer solchen Lösung nach Arrhenius freie Jonen an, d. h. freie elektrisch geladene Atome, so kann von einer Stromarbeit zwecks Trennung der Atome aus dem Molekularverbande keine Rede mehr sein; der Strom übernimmt nur den Transport nach den Elektroden und die dortige Entladung zu freien Atomen. Diese können wieder chemische Reaktionen ausüben, wie sich denn auch die elektrochemischen Vorgänge in nächster Umgebung der Elektroden abzuspielen pflegen. Mit Hülfe der Dissociationstheorie, der Fundamentalhypothese der Elektrochemie, erklärt sich jetzt umgekehrt die größere Leitfähigkeit anorganischer Salzlösungen vor organischen und deren Zunahme mit der Verdünnung. Wir wissen jetzt, daß Jonen etwas anderes sind wie gewöhnliche Atome und auch andere Reaktionen geben müssen wie diese; und ist jetzt unter anderem klar, warum bei Neutralisation von Säure mit Base nur so viel Wärme entsteht, als der Bildung von flüssigem Wasser entspricht, und warum dieser Werth für alle starken Säuren und Basen derselbe sein muß. Es kommt eben nicht auf die Bildungswärme des Salzes an; denn dieses ist überhaupt nicht vorhanden, sondern nur seine Jonen. Als Kriterium für „starke" und „schwache" Säuren und Basen gilt ebenso ihre mehr oder weniger starke Spaltung in freie Jonen. In diesem Punkte, besonders hinsichtlich der Messung dieser Verhältnisse berührt sich die Elektrochemie auf das engste mit der chemischen Dynamik.

Bis zum Jahre 1882 galt der Thomsonsche Satz (1850),[49]) daß sich die elektromotorische Kraft einer Zelle auf Grund

„Sixth Circular of the British Association Committee for Electrolysis", May 1887, dargelegt in Ztschr. für phys. Chemie, 1, 631 (1887). — [49]) Philos. Mag. (4) 2, 429 (1851).

Thomson, William, später Lord Kelvin, geb. 1824 in Belfast, seit 1846 Professor der Physik in Glasgow.

des Energiegesetzes berechnen ließe aus der Wärmetönung des in ihr stattfindenden chemischen Prozesses. Hierbei ging man aber von der Voraussetzung aus, daß die elektromotorische Kraft eines Elementes unveränderlich sei mit der Temperatur, was im Falle des Eingangs erwähnten Daniell-Elementes auch zutraf. Andere Ketten, z. B. Groves Zelle[50]) (Zink, verd. Schwefelsäure, Salpetersäure, Platin) arbeiteten unter Abkühlung der Umgebung, bei einigen endlich wurde sogar Wärme entwickelt. Wiederum war es H. von Helmholtz, der in seinen Arbeiten über „Thermodynamik chemischer Vorgänge"[51]) über diese Verhältnisse Klarheit verschaffte. Sein berühmter Satz, der erweiterte Thomsonsche von 1882, zeigt die Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft mit der Temperatur. (Die Bestimmung der sog. Temperaturcoëfficienten der Ketten bildet eine wichtige Aufgabe der wissenschaftlichen Elektrochemie.) Dieser Satz wurde auch durch die schönen Untersuchungen des jetzigen Berliner Professors H. Jahn bestätigt.

Aber nicht nur aus dem Helmholtzschen Satze ließen sich die galvanischen Zellen berechnen, auch auf Grund hydrodynamischer Erwägungen hat der große Meister elektromotorische Kräfte ermittelt. Seine geistvollen, aber sehr komplizirten Arbeiten über Konzentrationsketten[52]) (Kupfer, concentrirtes Kupfersulfat, verdünntes Kupfersulfat, Kupfer) werden an Einfachheit überboten durch die osmotische Theorie von Nernst 1888,[53]) mit deren Hülfe fast alle neueren und neuesten Ketten der Elektrochemie berechnet worden sind. Neben den Flüssigkeitsketten (Platin, verd. Schwefelsäure, Platin) und den Konzentrationsketten (s. o.) studirte man auch die chemischen Ketten[54]) (Oxydations- und Reduktionsketten), deren Kenntniß für die Konstruktion galvanischer Elemente äußerst wichtig geworden ist. Große Aufmerksamkeit wendet man auch dem Studium der Gasketten[55]) (Platin umgeben von Wasserstoff, verdünnte Schwefelsäure, Platin umgeben von Sauerstoff) zu, und die Zeit liegt nicht mehr fern, in der Ostwalds ersehntes Zukunftselement (Anode, Generatorgas aus Kohle, geeigneter Elektrolyt, Luft, Katode) verwirklicht sein wird. Ansätze der verschiedensten Art, die Energie der Steinkohle zur Konstruktion von Elementen auszunutzen, sind schon gemacht worden.

Den Anfangs dieses Abschnittes erwähnten Polarisationserscheinungen ist gleichfalls größeres Interesse zugewandt worden. Man lernte die von Gautherot und Ritter beobachteten Ströme[56]) genauer kennen, ihre elektromotorischen Kräfte messen und berechnen; die osmotische Theorie von Nernst gilt auch für diese Erscheinungen. Die hervorragendste Folge der Arbeiten über die Polarisation ist die zuerst

[50]) C. r. 8, 567 (1839). — [51]) Sitzungsbericht d. Berl. Akad., 2. Febr. 1882. — Ges. Abhandl. II, 958. — [52]) Monatsbericht Berl. Akad., 26. Nov. 1877. — Wied. Ann. 3, 201 (1878). — [53]) Z. p. 2, 613 (1888). — [54]) Vergl. Philos. Mag. 22, 427. — [55]) Philos. Mag. 14, 129. — [56] Voigts Magazin 6, 105.

von Gaston Planté (1860) ausgeführte Konstruktion des Blei-accumulators,[57]) der auf der Kette (Bleisuperoxyd, verd. Schwefelsäure, Blei) basirt und sich in der Praxis besser bewährt hat als alle anderen sonst gebauten Elemente; sein Ladeprozeß besteht in einer Polarisation, seine Entladung in einer Depolarisation der Elektroden. Weil aber der Entladestrom (also der Polarisationsstrom) zu äußerer Arbeitsleistung benutzt wird, so nennt man den Accumulator ein Sekundärelement im Gegensatz zu allen früher erwähnten Primärketten. Auf die eigentlichen chemischen Prozesse im Accumulator kann hier um so weniger eingegangen werden, als die Ansichten darüber noch sehr getheilt sind; auf keinem Gebiete der Elektrochemie stehen sich Wissenschaft und Praxis so schroff gegenüber wie gerade bei diesem Problem. (Die Geschichte der praktischen Elektrochemie wird in dem Abschnitt für „technische Chemie" behandelt werden.)

Die Elektrolyse der Salze der Schwermetalle ist für die analytische Chemie von großer Bedeutung geworden, da sich auf sie eine neue Methode gründet, die „chemische Analyse durch Elektrolyse", welche mit dem Verfahren der Galvanoplastik Aehnlichkeit besitzt. An der Hand der Kochsalzzerlegung wurde die Gewinnung von Aetznatron, Soda und Chlorkalk auf elektrischem Wege studirt; die Elektrometallurgie blüht; im Hérault-Ofen gewinnt man das einst so kostbare Aluminium, und in Moissans elektrischem Ofen stellt man Kohlenstoffcalcium (Karbid) dar, das seit kurzem im Beleuchtungswesen (Acetylenfabrikation) eine große Rolle spielt.

* *
*

Wir wenden uns nun dem letzten Kapitel unserer Darstellung zu, das die Beziehungen zwischen chemischer und strahlender Energie (Licht) in ihrer historischen Entwicklung schildern soll.

Der englische Physiker Wollaston, dem die praktische Optik den Bau des Reflexionsgoniometers und damit den der ersten Spektrometer verdankt, ersetzte im Jahre 1802 die runde Oeffnung, durch welche J. Newton s. Z. Sonnenlicht auf ein Prisma hatte fallen lassen, womit er das erste Spektrum (s. Physik) fand, durch einen schmalen Spalt. In dem mittelst dieser Vorrichtung äußerst verschärften Sonnenspektrum hat er, damals der Erste, vier jener schwarzen Linien beobachtet, über welche der Münchener Fraunhofer (1814) ausführlich berichtet hat und die heut noch als Fraunhofersche Linien

Fraunhofer, Joseph (von), geb. 1787 zu Straubing in Bayern, war Glasschleifer, später infolge seiner außerordentlichen Verdienste Theilhaber an einem berühmt gewordenen optischen Institut; später wurde er Mitglied der Akademie und Professor, sowie 1824 in den Adelsstand erhoben. Gest. 1826. — Seine „Gesammelten Schriften gab Lommel (München 1888) heraus. Vergl. die Biographie von Voit (München 1887).

[57]) A. ch. (4) 15, 5. — Planté, Recherches sur l'électricité (Paris 1879.)

gelten. Die Erklärung dieser Erscheinung hat erst die von G. Kirchhoff und R. Bunsen (1860) entdeckte Spektralanalyse gegeben,[58]) welche sich mit der Untersuchung der von festen, flüssigen und dampfförmigen Körpern ausgesandten (emittirten) Lichtstrahlen befaßt und so zu den Begriffen des kontinuirlichen, Banden- und Linienspektrums führt. Die Bandenspektren beruhen aller Wahrscheinlichkeit nach auf Schwingungen der Moleküle, Linienspektren dagegen auf solchen der Atome. (v. Helmholtz.)[59]) Aber nicht nur die eben erwähnten Emissionsspektren der Stoffe wurden untersucht, sondern auch diejenigen, welche entstehen, wenn Licht durch einen fremden Körper hindurchgeht und dann mittelst des Prisma zerlegt wird. — Der schönste Erfolg der Studien über Absorptionsspektren (absorbiren heißt verschlucken) ist das Kirchhoffsche Gesetz,[60]) nach der das Emissionsvermögen eines Körpers für Lichtstrahlen bestimmter Wellenlänge gleich ist dem Absorptionsvermögen für dieselben Strahlen bei gleicher Temperatur. Bestätigt wurde dieses Gesetz durch eine Umkehrung der gelben Natriumlinie durch Bunsen, der die Strahlen einer elektrischen Bogenlampe mit einer Hülle Natriumdampf umgab und sie dann zu einem Spektrum ausbreitete; an Stelle der gelben Natriumlinie erblickte er eine schwarze, welche identisch war mit der Fraunhoferschen Linie D des Sonnenspektrums. Nun ließen sich aber auch diese Linien erklären: sie entstehen durch Absorption der vom Sonnenkern ausgesandten Strahlen durch fremde, in der ihn umgebenden Dampfhülle befindliche Stoffe. Damit endlich konnte man einen Schluß ziehen auf die chemischen Elemente in der Sonne und auf die Konstitution der letzteren.

Die Anzahl der chemischen Elemente, um die uns die Spektralanalyse bereichert hat, ist eine außerordentlich große. So fand Bunsen die dem Kalium ähnlichen Elemente Rubidium und Caesium;[61]) Crookes das Thallium;[62]) Reich und Richter das Indium;[63]) Lecoq de Boisbaudran das Gallium[64]) und endlich Nilson das Scandium.[65]) Auch unsere neuesten Elemente, das schon von Cavendish im vorigen Jahrhundert beobachtete, im letzten Jahrzehnt von Lord Rayleigh und W. Ramsay wiederentdeckte Argon,[66]) sowie das 1868 von N. Lockyer auf der Sonne vorgefundene Helium, welches erst kürzlich von dem letzten der eben genannten Forscher auch auf der Erde aufgefunden worden ist, verdanken ihre genaue Untersuchung der Spektralanalyse. Die Kenntniß der Absorptionsspektra ist für die chemische Untersuchung des Blutes[67]) (Absorptionsbanden des Kohlen-

[58]) P. **110**, 161; **113**, 337. — [59]) **160**, 177; vergl. besonders E. Wiedemann, Ann. d. Phys. und Chemie 5, 500. — [60]) P. **109**, 275. — [61]) P. **110**, 167; das. **113**, 337; das. **118**, 94. — [62]) Chem. N. 3, 193. — [63]) J. pr. **89**, 444; das. **90**, 172; **92**, 480. — [64]) C. r. **81**, 493 und 1100. — [65]) B. **12**, 554. — [66]) S. Argon und Helium von M. Mugdan (Stuttgart 1896). Weitere Litteratur vergl. anorgan. Chem. S. 451, Fußnote. — [67]) Vergl. Vierordt, Die Anwendung des Spekturalapparates zu Photometrie ꝛc. (Tübingen 1873); ferner

oxydgases), für die Unterscheidung seltener Erden (Erbium, Terbium, Didyme) voneinander und für die Theorie der Farbstoffe von Bedeutung gewesen.

Auf dem Gebiet der optischen Polarisationserscheinungen hatte Biot (1815) die Drehung der Polarisationsebene durch kristallinische, besonders geschliffene Mineralien (Quarz) oder durch in Lösung befindliche organische Substanzen beobachtet.[68]) Diese Ablenkung fand entweder nach rechts oder nach links statt und ergab sich für Quarz die jedesmalige Lage einer bestimmten Fläche (Hauys Fläche) als Kriterium für die Rechts- oder Linksdrehung. Daß auch für organische Lösungen die Richtung der Ablenkung der Polarisationsebene gebunden sein müsse an eine bestimmte Art der Anordnung der Atome oder Atomgruppen im Molekül, das hat schon der große französische Chemiker Louis Pasteur geahnt;[69]) diese Anschauungen sind aber erst richtig zum Ausdruck gelangt in der schon früher erwähnten Lebel = van't Hoffschen Theorie des asymetrischen Kohlenstoffatomes.[70]) An das Vorhandensein des letzteren war die optische Aktivität überhaupt gebunden; bei Rechts- und Linksmodifikation eines Körpers verhielten sich die jedesmaligen Anordnungen der Atomgruppen im Molekül zu einander wie Bild und Spiegelbild. In jeder Beziehung merkwürdig sind die von Pasteur begonnenen und von Anderen fortgesetzten Versuche, in inaktiven Substanzen, die man als ein gleichartiges und daher unwirksames Gemenge von Rechts- und Linksmodifikation auffaßt (eine Art Gleichgewichtszustand), die eine Komponente durch gewisse Pilze (Bakterien) zu zerstören und so optische Aktivität herbeizuführen.[71])

Die Herbeiführung chemischer Umwandlungen durch das Licht ist wohl zuerst an dem von Gay-Lussac und Thénard 1809 entdeckten Chlorknallgas (ein Volumen Wasserstoffgas und ein Volumen Chlorgas), welches sich bekanntlich bei Sonnenlicht unter Explosion in Chlorwasserstoff umwandelt, studirt worden; später haben Bunsen und Roscoe in ihren photochemischen Untersuchungen (1855 bis 1859) sich mit diesem Gase weiterbefaßt[72]) und die starke Beeinflussung der Lichtempfindlichkeit durch Verunreinigungen (etwa Sauerstoff) festgestellt. Auch machten sie die interessante Beobachtung,

Hüfner, Ztschr. f. physiol. Chem., Bd. 3; von Noorden, das. Bd. 4; Otto, das. Bd. 7. — [68]) Gilb. Ann. 25, 345. — [69]) C. r. 23, 535; das. 29, 297; das. 31, 480; A. ch. 28, 56. — [70]) Bl. (2) 22, 337; das. 23, 295. — [71]) A. ch. (3) 24; 28, 38; C. r. 37, 162; 46, 615. Ferner Lebel, C. r. 89, 312; 92, 533. Lewkowitsch, B. 15, 1505. — [72]) P. 100, 43; 117, 531.

Roscoe, Henry Enfield, geb. 1833 in London, wurde 1858 Professor der Chemie in Manchester. R. war Schüler Bunsens. — Schriften: Treatise on chemistry (Manchester 1877, in Gemeinschaft mit Schorlemmer; neue Ausgabe 1894 ff.); deutsch als „Ausführliches Lehrbuch der Chemie“ (Braunschweig 1877, neue Auflage 1897 ff.). Lectures on spectrum analysis (4. Aufl. Baden 1885; deutsch von Schorlemmer, 3. Aufl. Braunschweig 1890) u. s. w.

daß die photochemische Wirkung erst nach einiger Zeit einsetzt (photochemische Induktion) und daß sie ferner mit der Stärke der Belichtung zunimmt. Andere ähnliche Umwandlungen wie die des giftigen gelben Phosphors in den ungiftigen rothen sind dem Chemiker längst bekannt. Die Umwandlung der Kohlensäure durch die gelben Sonnenstrahlen bei Gegenwart grüner Pflanzentheile in Sauerstoff, den Menschen und Thiere zum Athmen nöthig haben, und Kohlenstoff, den die Pflanzen aufnehmen, ist ein täglich in der Natur sich wiederholender photochemischer Prozeß. — Die größte Bedeutung für die Praxis gewann aber die Entdeckung der Zerlegung der Silbersalze durch das Licht, die zur Photographie hinführte. Ihre Geschichte möge, da sie ein von vielen Laien chemisch bearbeitetes Gebiet darstellt, etwas ausführlicher dargelegt werden.[73])

Silber löst sich leicht in Salpetersäure auf und diese Lösung hinterläßt beim Eindampfen ein weißes Salz, das salpetersaure Silber oder den Höllenstein, unter welchem Namen es seit uralter Zeit bekannt ist. Dieser Höllenstein hat, abgesehen von der Eigenschaft, beizend zu wirken, die Eigenthümlichkeit, sich durch Tageslicht schwarz zu färben; man kann deshalb seine Lösung, mit Gummi etwas eingedickt, als unauslöschliche, z. B. als Wäsche-Tinte, benutzen. Der Grund der Schwarzfärbung liegt darin, daß das salpetersaure Silber unter dem Einfluß des Tageslichtes dazu neigt, in seine beiden Bestandtheile, Silber und Salpetersäure, zu zerfallen; ersteres scheidet sich dabei als schwarzes, höchst fein vertheiltes Pulver ab. — Diese Eigenschaft, die auch noch andere Silbersalze, wie das Chlor-, Brom- und Jodsilber besitzen, kennt man schon sehr lange, aber erst verhältnißmäßig spät ist man auf die Idee gekommen, die Silbersalzzerlegung auch praktisch zu verwerthen.

J. H. Schultze, ein Hallenser Arzt, war es, der (1727) zuerst die Zersetzung der Silbersalze durch Licht an einem praktischen Beispiel demonstrirte. Er legte Buchstaben aus Papier auf einen durch Zusammengießen von Chlornatrium (Kochsalz) und Höllenstein erhaltenen Niederschlag von Chlorsilber, setzte das Ganze dem Lichte aus und erhielt so ein Bild, auf dem nach Wegnahme des Papiers die belichteten Stellen dunkel, die von dem Papier bedeckt gewesenen Stellen dagegen weiß aussahen. Das Ganze blieb aber nur eine interessante Beobachtung, da auch die weißen Stellen infolge der Einwirkung des Lichtes bald nachdunkelten; für praktische Zwecke war das Experiment noch nicht werthvoll.

Erst 1839, also 112 Jahre später, ist ein weiterer Erfolg auf diesem Gebiete zu verzeichnen. Talbot brachte wirkliche photographische Bilder auf folgende Art hervor: Er tauchte Papier in eine

[73]) Vollständige Litteraturangaben über alles folgende finden sich in J. M. Eder, Ausführliches Handbuch der Photographie (Halle a. S. 1884, 7. Aufl. 1893—96, 4 Bde.). Vergl. auch Eder, Geschichte der Photochemie und Photographie (Halle a. S. 1891.)

Lösung von Kochsalz und bestrich es sodann mit einer Lösung von Höllenstein. Legte er nun durchsichtige Zeichnungen auf die so hergestellte Schicht von Chlorsilber (Höllenstein an sich kann zum experimentellen Nachweis der Lichtzersetzung nicht benutzt werden, da seine Zerlegung zu lange dauert; ganz unverhältnißmäßig viel schneller erfolgt diese bei Chlor-, Brom- und Jodsilber) und ließ das Tageslicht einwirken, so erhielt er ein dem Einfluß der verschiedenen Dichte der aufgelegten Zeichnung entsprechendes Bild, das da am schwärzesten war, wo das meiste Licht durchdringen konnte.

Soweit war Talbot eigentlich seinem Vorgänger auf diesem Gebiete, Schultze, gefolgt. Aber er ging weiter wie dieser, er versuchte die verschiedenen durch Licht hervorgebrachten Nüancen zu erhalten, das Bild also, wie wir jetzt sagen, zu fixiren. Dazu benutzte er die siedende Kochsalzlösung, welche Chlorsilber auflöst. An den Theilen, an denen durch Licht keine Zersetzung eingetreten war, wurde durch die Kochsalzlösung das Chlorsilber entfernt, während das zersetzte, schwarze metallische Silber unverändert blieb. Damit war die erste photographische Wiedergabe eines Bildes hergestellt; allerdings ist letzteres das Negativ des ursprünglichen, wie man leicht ersehen kann; aber durch Wiederholung des oben beschriebenen Vorganges konnte man auch das Positiv, also das eigentliche Bild, reproduziren.

Was wir heute unter Photographie verstehen, war dieses Verfahren natürlich noch nicht, es war lediglich ein Vervielfältigen vorhandener Zeichnungen mittelst des Lichtes. Daguerre erst hat, ebenfalls Ende der dreißiger Jahre das erste photographische Bild in heutigem Sinne hergestellt.

Daguerre benutzte als photographischen Apparat die lange bekannte Camera obscura, also die Vorrichtung, die die Wiedergabe eines Bildes so gestattet, daß das vor der Camera befindliche Bild mit Hülfe einer angebrachten Linse auf einer bestimmten Stelle innerhalb der Camera erzeugt wird. Zum Einstellen dieses Punktes bedient man sich einer Milchglasplatte. — Daguerre setzte an die Stelle der letzteren eine Silberplatte, auf der er durch Joddämpfe etwas Jodsilber erzeugt hatte. Durch stundenlange Einwirkung des aufzunehmenden Bildes auf die Jodsilberplatte erhielt er dann eine ganz schwache photographische Wiedergabe, deren Fixirung ihm aber außerordentliche Schwierigkeiten bereitete. Erst ein Zufall in des Wortes wahrster Bedeutung half letztere überwinden. „Daguerre hatte eine Anzahl seiner Platten, die zu seinen Versuchen in der Camera obscura gedient hatten, in einen alten Schrank bei Seite gestellt, in welchem sie Wochen lang ohne weitere Beachtung standen. Als er eines Tages eine der Platten herausnahm, sah er darauf zu seinem größten Erstaunen ein Bild von der größten Deutlichkeit in den geringsten Einzelheiten; er hatte keine Vorstellung davon, wie es entstanden war, aber in dem Schranke mußte etwas sein, was es auf der Platte zum Vorschein gebracht hatte; es standen darin allerlei Dinge: Geräthe, Apparate, chemische Reagentien und unter Anderem eine

Wanne mit metallischem Quecksilber; Daguerre nahm nun einen Gegenstand nach dem andern aus dem Schranke bis auf das Quecksilber, und es zeigte sich, daß er immer Bilder darin bekam, wenn er eine seiner Platten, auf die er in der Camera ein Bild geworfen hatte, ein paar Stunden lang in dem Schranke verweilen ließ; an das Quecksilber dachte er lange nicht; der alte Schrank schien ihm wie ein verzauberter Schrank; zuletzt kam er dann darauf, daß das Bild von dem Quecksilber herrühren müsse".[74]) Es zeigte sich an den Stellen, an denen das Licht zersetzend auf das Jodsilber eingewirkt hatte, ein metallischer Quecksilberniederschlag und zwar desto stärker, je stärker die Zersetzung stattgefunden hatte.

Da nur kurzbelichtete Silberplatten sich mit Hülfe von Quecksilberdämpfen fixiren lassen, war es nach dieser Entdeckung auch möglich, Personenaufnahmen zu machen. — Wichtig bei Daguerres Erfindung ist für alle Zeit folgendes gewesen: Das Licht zersetzt viel schneller Silbersalze, als es das menschliche Auge wahrnehmen kann, daher braucht man nur nach einem geeigneten Mittel zu suchen, um die begonnene Zersetzung weiter fortzuführen. — Dieser Leitsatz ist maßgebend für die ganze Entwicklung der photographischen Chemie gewesen.

Zunächst begann die Suche nach einem Ersatz für die kostbaren Silberplatten. Talbot verwandte mit Nutzen sein lichtempfindliches Chlorsilberpapier, später aber Jodsilberpapier, das er, da es von Natur aus ziemlich lichtunempfindlich war, in eine Mischung von Gallussäure und Silberlösung tauchte und so ein für photographische Zwecke geeignetes Papier erhielt. Zur Lösung des nicht zersetzten Jodsilbers verwandte er nicht mehr Kochsalzlösung, sondern nach dem Vorschlage, den Hershel schon 1840 gemacht hatte, unterschwefligsaures Natron, das seit dieser Zeit auch stets dem obengedachten Zwecke dient. Nur hatte Talbots Verfahren noch den Fehler, daß die erzielten Negative infolge der Rauhheit auch des besten Papiers nicht völlig scharf waren. So blieb einige Zeit unentschieden, ob nicht doch das Daguerre'sche Verfahren dem Talbots vorzuziehen sei, als ein drittes, das von Niepce de Saint-Victor erfundene, des Sieges Palme davontrug (1847).

Niepce bereitete seine lichtempfindlichen Negative folgendermaßen: Er setzte zu einer Lösung von Eiweiß Jodkalium, goß es auf Glasplatten und tauchte diese nach dem Trocknen in eine Höllensteinlösung. Auf solche Weise gewann er die durch das Jodsilber lichtempfindlich gemachte Eiweißschicht auf der Glasplatte, die infolge ihrer Glätte vollkommen zufriedenstellende Bilder lieferte. Ebenso stellte man lichtempfindliche Eiweißpapiere dar, auf denen dann das Negativ „kopirt" wurde. Die Resultate so hergestellter Bilder waren aus-

[74]) Liebig, Induktion und Deduktion, Rede gehalten in der Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften in München am 28. März 1865 (aus M. Carriere: Reden und Abhandlungen von Justus von Liebig, Leipzig 1874).

gezeichnet. Einige Mängel hafteten diesem Verfahren doch noch an, vorzugsweise der, daß die Eiweißlösungen leicht zu Fäulniß neigten. Deshalb ist es als großer Fortschritt zu bezeichnen, als Fry (1851) das Kollodium (eine Auflösung nitrirter Baumwolle, also Schießbaumwolle, in Alkohol und Aether) an Stelle der Eiweißlösung setzte. — Derart präparirte Platten mußten, da sie nur kurz, wie die Daguerre'schen, belichtet waren, weiter behandelt werden, d. h. die vom Licht begonnene Zersetzung mußte mittelst geeigneter Chemikalien vollendet werden. Solche Chemikalien nennt man „Entwickler" und hat man als erste derartige Entwickler Eisenvitriol und Pyrogallussäure benutzt. Später ist man zu sehr vielen anderen übergegangen, unter denen das Hydrochinon heute einen hervorragenden Platz einnimmt.

Das eben erwähnte Kollodiumverfahren bestand darin, daß man mit Brom- und Jodkalium versetztes Kollodium in salpetersaures Silber tauchte und die noch nasse Platte in der Camera belichtete. Durch Behandeln mit Pyrogallussäure oder Eisenvitriol wurde das überschüssige, salpetersaure Silber in Silber verwandelt (reduzirt), und dieses schlägt sich, wie ehedem Daguerres Quecksilberdämpfe, an den vom Licht zersetzten Stellen je nach der Stärke der Zersetzung metallisch nieder. Ueberschüssiges, nicht zersetztes Jod- und Bromsilber entfernt man mittelst des oben erwähnten unterschwefligsauren Natrons, sodaß man jetzt ein lichtbeständiges Bild erhielt. — Bilder nach diesem Verfahren werden auch heute noch in den kleinen photographischen Ateliers, die man auf Jahrmärkten und an Vergnügungsorten findet, hergestellt, da solche Bilder den Vorzug einer sehr raschen Fertigstellung haben. — Versuche, Trockenplatten auf dem angegebenen Wege herzustellen, waren nicht von Erfolg begleitet.

Nach einigen weiteren Verbesserungen, so der Benutzung eines alkalischen Entwicklers (alkalisch = Gegensatz von sauer) durch Rusell, setzte Maddox (1871) die Gelatine an Stelle der Kollodiumschicht und 1878 erfand Bennett unsere heutigen Trockenplatten. Diese bestehen aus reiner Bromsilbergelatineemulsion und sind so lichtempfindlich, daß, wie z. B. bei der „Anschütz-Camera" der tausendste Theil einer Sekunde genügt, um einen Eindruck auf der Platte zu hinterlassen. Man führt, um noch einmal kurz das Gesagte zu wiederholen, die begonnene Zersetzung durch einen Entwickler bis zur gewünschten Stärke durch, entfernt das nicht zersetzte Bromsilber durch Eintauchen in unterschwefligsaures Natron und hat damit das Negativ fertiggestellt. Kopirt man dieses auf lichtempfindliches Silberpapier, so erhält man die eigentlichen Photographien.

Mit der Erfindung der Trockenplatten datirt der enorme Aufschwung der Liebhaberphotographie, da die Anfertigung der lichtempfindlichen Platten nunmehr Aufgabe der Fabrikanten geworden ist. Bequeme, in der Hand zu tragende Cameras, die Möglichkeit, bei vollem Tageslicht exponirte Platten wechseln zu können, die stete Vergrößerung der Lichtempfindlichkeit der Gelatineemulsion, die

Vorzüglichkeit der Objektive u. s. w. haben denn das ihre dazu beigetragen, diese Abtheilung der Photochemie zu einer so außerordentlich populären zu machen, wie wir sie am Ende des Jahrhunderts sehen.

Die wissenschaftliche Photographie, besonders durch H. W. Vogel ausgebildet, ist für die Astronomie und die Spektroskopie ein unentbehrliches Werkzeug geworden; wir lernten durch geeignete Behandlung der Platten nicht nur das Wärmespektrum (ultraroth), sondern auch das chemische Spektrum (ultraviolett) abbilden. Ja, Lippmann hat (1891) ein Verfahren der Photographie in natürlichen Farben ausgearbeitet, das bei weiterer Ausbildung zu den schönsten Hoffnungen berechtigt. —

Soviel zur Entwicklung der physikalischen Chemie. Sie selbst steht erst in ihrem Anfangsstadium, und es ist nicht abzusehen, in welcher Frist der für sie so heiß und so oft ersehnte Newton erscheinen wird; Eines — und das hat van't Hoff mit Recht auf der Naturforscherversammlung zu Aachen 1900 betont — hat uns die Entwicklung der Chemie im neunzehnten Jahrhundert gelehrt, nämlich daß sie von der Physik untrennbar ist. Deshalb muß auch im zwanzigsten Jahrhundert physikalische Chemie der Hauptzweig der chemischen Wissenschaft sein.

Technische Chemie.

Die technische Chemie ist wie die physikalische Chemie, ihre Schwester, ein Kind des neunzehnten Jahrhunderts. Klein in ihren Anfängen, steht sie am Ende des Jahrhunderts da wie ein Riesenbaum, der seine Aeste und Zweige überall hin auf die ganze Welt ausbreitet. Wenn man verfolgt, wie dieser Baum aus einem kleinen Pflänzlein zu fast unübersehbarer Höhe gewachsen ist, dann muß sich der Beschauer in stiller Ehrfurcht verneigen vor der Größe der Arbeit, vor dem unermeßlichen Reichthum des Geistes, der den Baum so wachsen machte.

Ja — klein waren die Anfänge; das hängt mit der ganzen Entwicklung der Chemie zusammen. Erst in dem Augenblick, da man begriffen hatte, daß ein chemischer Prozeß nur gedeihlich verlaufen könne, wenn man seine Phasen wissenschaftlich verfolge, — also, wie mehrfach erwähnt, gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts —, erst

Vogel, H. W., (1834—1898), der berühmteste wissenschaftliche Photograph Deutschlands. Vergl. Gedächtnißrede von B. Schwalbe, Ber. d. deutsch. phys. Ges., I. Jahrgang (Leipzig 1899), S. 60.

da schlug auch die Geburtsstunde der technischen Chemie. Zunächst war allerdings davon nicht viel zu merken, denn kaufmännische Spekulation, die sich für Chemie begeisterte, gab es damals noch nicht. Die ersten technischen Unternehmungen mußten sich zunächst darauf beschränken, für den Hausbedarf nöthige Artikel, wie Soda, Pottasche, Alaun u. s. w. in etwas größeren Mengen darzustellen; man arbeitete damals nach uralten, ganz umständlichen Rezepten. Da glitt plötzlich ein Hauch vom Geiste Lavoisiers über die Erde hin. Ein Aufathmen ging durch die Lande, der durch die vielen Traditionen ganz beklommene Kopf wurde frei, und es begann ein Ringen nach Erkenntniß. Und das Licht ging auf, herrlicher und strahlender, als es je der kühnste Geist ahnen konnte; es drang in die dunkelsten Spalten, nichts, gar nichts mehr blieb ihm verborgen!

Die Anfänge zur chemischen Großindustrie waren gegeben; jetzt hieß es, schnell, billig und gut zu arbeiten, was durchaus nicht so leicht zu erreichen war. Wie auf anderen Gebieten, so waren es auch auf chemisch-technischem zuerst Franzosen und Engländer, die das Ziel zu erreichen strebten, und sie begannen damit, die ersten Soda- und Schwefelsäurefabriken zu errichten. Deutschland war um jene Zeit politisch zu sehr geknechtet und durch die Souveränenherrschaft innerlich vollkommen zerrüttet, so daß es in praktischen Dingen zurückstehen mußte; aber geistig stand es auf der Höhe, ja, es überragte alle anderen Länder. — So kam es, daß die technische Chemie in Deutschland durch Ausländer eingeführt wurde. Chemiker der Art, wie wir sie heute haben, gab es damals überhaupt noch nicht; nur die Apotheker verstanden etwas von Chemie. Da läßt es sich begreifen, daß diese die Gelegenheit, ein ihnen nahestehendes Arbeitsfeld zu bebauen, mit Freuden ergriffen; daß sie den Ausbau auch gründlich betrieben, lehrt die Geschichte.

Merkwürdig sind die Unterschiede, wie in den verschiedenen Ländern die technische Chemie ihrer Vollendung entgegenstrebte. Während in England Chlorkalk, Soda, Aetznatron bereits in so großer Menge dargestellt wurden, daß sie im eigenen Lande keinen genügenden Absatz mehr finden konnten, mußte Deutschland diese Rohprodukte lange Zeit importiren. Denn unsere wissenschaftlich sehr vorgebildeten Männer pflegten einen anderen Zweig der technischen Chemie: die Darstellung feinerer chemischer Präparate; wie solches mehr als Fortsetzung des früheren, des Apotheker-Berufes entsprach. Und das war wiederum von Vortheil, denn als in den fünfziger Jahren die Farbenindustrie aufblühte, da fand sie in Deutschland einen wohlbestellten Acker, auf dem sie Früchte tragen konnte, wie in keinem anderen Lande der Welt. Heute hat die technische Chemie in Deutschland einen Umfang angenommen, wie ihn Niemand je für möglich gehalten hätte; auf keinem andern chemischen Gebiete hat sich so der Ausspruch A. W. von Hofmanns[1]) bewährt: „Wer in dem

[1]) B. 10, 390. —

letzten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts seinen Fachgenossen ein chemisches Räthsel aufgeben will, der muß sich schon darauf gefaßt machen, daß dieses Räthsel früher oder später errathen wird."

Dieses Emporblühen der chemischen Industrie ist nur dadurch möglich gewesen, daß die Technik Hand in Hand mit der Wissenschaft gegangen ist; wenn auch durchaus nicht immer der theoretischen Erwägung die praktische Erfindung folgte, vielmehr in den meisten Fällen die Entdeckungen unerwartet kamen, so ließ doch, Dank der vorzüglichen Schulung, die unsere großen Gelehrten genossen haben, die Erklärung der neuen Erscheinungen nie allzu lange auf sich warten.

Gerade Deutschland zeichnet sich durch die ersten Ausbildungsstätten großer Geister aus; für die chemische Industrie sind es nicht zuletzt die technischen Hochschulen gewesen, die ihr die Wege geebnet haben. Diese technischen Hochschulen sind durchaus eine Schöpfung des neunzehnten Jahrhunderts. Abgesehen von der schon 1795 gegründeten Ecole Polytechnique in Paris, bei der allerdings die Chemie noch keine Rolle spielte[2]), stammen alle derartigen Lehranstalten aus dem neunzehnten Jahrhundert; und je mehr die Hochschulen sich der Chemie widmeten, umso mehr wuchs die chemische Industrie. Neben dem technischen Unterricht ist es die chemisch-technische Litteratur gewesen, die es ermöglicht hat, daß die chemische Industrie mit der Wissenschaft fortwährend in Verbindung bleibt. Diese Litteratur ging aus ganz kleinen Anfängen hervor: Hermbstädt war es, der die ersten Werke über Brennerei, Bleicherei u. s. w. herausgab[3]). Seit jener Zeit, und speziell in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, sind treffliche Handbücher und Encyklopädien entstanden, die die Resultate von Theorie und Praxis zusammengestellt haben. Es sei nur an die Werke von Prechtl und Karmarsch, Muspratt-Stohmann-Kerl, Boley erinnert, und an die vorzüglichen Lehrbücher der chemischen Technologie, z. B. die von Dumas, Payer, Knapp, Wagner, Post u. s. w. Jahresberichte und periodisch erscheinende Zeitschriften[4]) sorgen dafür, daß neue Errungenschaften schnell bekannt werden.

* * *

Die Grundlage, die zur

Entwicklung der chemischen Großindustrie

geführt hat, bildet die fabrikmäßige Herstellung von Soda und Schwefelsäure; ohne diese beiden Grundstoffe fast aller chemischen Industriezweige könnten dieselben heute überhaupt nicht mehr bestehen. —

[2]) Vergl. Pinet, Histoire de l'école polytechnique (Paris 1886). — [3]) Berlin, 1802 und folgende Jahre. Vergl. Poggendorffs biogr. Handwörterbuch. — [4]) Z. B. Wagners und Dinglers Polytechnisches Journal.

Die Schwefelsäure selbst ist lange bekannt. Wahrscheinlich hat bereits Geber mit ihr operirt, jedenfalls beschreibt Basilius Valentinus (Mitte des fünfzehnten Jahrhunderts) ihre Darstellung aus grünem Vitriol (Eisenvitriol). Die Schwefelsäure ist ohne Zweifel die wichtigste aller Säuren, aus ihr stellt man direkt oder indirekt alle anderen dar. Sie dient zur Fabrikation von Soda und Pottasche nach dem Leblanc-Verfahren, zum Löslichmachen des vorher unlöslichen Mineraldüngers (Superphosphat), zur künstlichen Darstellung des Alizarins, das den Krappbau in Deutschland überflüssig gemacht hat, zur Nitroglycerinbereitung u. s. w. Ihre Wichtigkeit erhellt aus den Mengen, in der sie hergestellt wird: 800 Millionen Kilogramm Säure werden allein in Deutschland jährlich verbraucht. — Das wäre natürlich nach dem früheren umständlichen Verfahren, nach dem man bis 1748[5]) Schwefelsäure aus grünem Vitriol darstellte, nicht möglich gewesen. Erst nachdem Holker 1746 in England die erste Schwefelsäurefabrik mit continuirlichem Betriebe ins Leben gerufen hatte, wurde die jetzt gebräuchliche Schwefelverbrennung mit Anwendung mehrerer Bleikammern in St. Rollox bei Glasgow im Jahre 1801 zuerst ausgeführt; die erste deutsche Schwefelsäurefabrik entstand 1820 in Ringkuhl bei Kassel. Rationell aber wurde die Darstellung der Schwefelsäure erst, als Gay-Lussac und Glover die nach ihnen benannten „Thürme" einführten, die eine Kondensation der gewonnenen Säure gestatteten. Die jetzt außerordentlich wichtige wasserfreie Säure hat Cl. Winkler[6]) der Technik zugänglich gemacht. Ganz neuerdings haben nach dem Vorgange der Badischen Anilin- und Sodafabrik mehrere Fabriken Methoden ausgearbeitet, bei denen schweflige Säure direkt mit dem Sauerstoff der Luft zu Schwefelsäure oxydiert und eine beliebige Konzentration der Säure erhalten werden kann.[7])

Zugleich mit der Schwefelsäurefabrikation hat die Sodaindustrie sich entwickelt. Nachdem bis zum Jahre 1793 die Soda des Handels ausschließlich aus der Veraschung von Seepflanzen gewonnen, dabei aber nur sehr geringe Ausbeute erzielt wurde, sah sich infolge der Kriege die französische Regierung durch den Mangel an Pottasche genöthigt, einen Aufruf an die französischen Chemiker zu erlassen: ein Verfahren zu erfinden, um Soda aus Kochsalz darzustellen; unter dreizehn Vorschlägen wurde der von Leblanc accep-

Leblanc, Nicolas, geb. 1742 in Yroy-le-Pré (Dep. Cher), studirte Medizin und wurde Leibarzt des Herzogs von Orléans. Gest. Anfang d. J. 1806. — Schriften: Mémoires sur la fabrication du sel ammoniac et de la soude (1798); De la cristallotechemie, un essai sur les phénomènes de la cristallisation et sur les moyens de conduire cette opération pour en obtenir des cristaux complets (1802). Vgl. Scheurer-Kestner, N. L. et la soude artificielle (1884.)

[5]) Der Quacksalber Ward in England nahm 1758 ein Patent auf die Darstellung von Schwefelsäure. Vergl. Dossie, Elaboratory laidopen 1758, 44. — [6]) D. 218, 128; Wagners Jahresber. f. 1879 und 1884. — [7]) Litteratur: Smith,

tirt, des Besitzers einer kleinen Sodafabrik in der Nähe von Paris. Die Leblanc'sche Entdeckung war nicht nur die wichtigste für die Industrie, sie wird auch ewig denkwürdig bleiben, weil sie von Anfang an fertig dastand und bis auf den heutigen Tag unverändert geblieben ist. Leblanc hat den Lohn seiner Arbeit nicht mehr eingeheimst: Er endete in einem Armenspital, wahnsinnig geworden, durch Selbstmord. —

Das Leblanc'sche Verfahren wurde, da es in Frankreich wegen unbequemer Entfernung der Steinkohlenlager nicht recht vorwärts kommen konnte, durch Losh 1814 nach England verpflanzt. (Es kostete damals die Tonne also dargestellter kristallisirter Soda noch 60 Pfund Sterling.) Erst als 1823 die englische Regierung die Salzsteuer, die 30 Pfund Sterling pro Tonne betrug, aufgehoben hatte, konnte sich die Industrie entwickeln. In Deutschland ist die erste Sodafabrik 1828 in Schönebeck errichtet worden; ihr folgten bald weitere. Ein Uebelstand hängt dem Leblanc-Verfahren an: die Bildung des Salzsäuregases. Wenn dieses auch zur Darstellung von Chlor und Chlorkalk benutzt wird, so ist doch die Verwendung zu diesem Zwecke eine verschwenderische zu nennen, seit durch elektrolytische Zerlegung von Chloralkalien[8]) eine überreiche Quelle reinsten Chlors zur Verfügung steht. Neuerdings ist deshalb ein anderer Sodabereitungsprozeß sehr in Aufnahme gekommen, der den Leblanc'schen zum großen Theil verdrängt hat: der Ammoniaksodaprozeß. Entdeckt im Jahre 1838 durch Dyar und Henning, gewann er erst seit 1861 durch Solvay praktische Bedeutung, nach dem er auch benannt wird, und ist seit 1876 zu allgemeiner Anwendung gelangt[9]).

Die Soda wird auf allen Gebieten der Industrie gebraucht. So ist sie nöthig vorzugsweise zur Darstellung von Glas und Seife, zum Bleichen von Baumwolle und Leinen, in der Fabrikwäsche der Wolle, in der Papierfabrikation, der Färberei, der Zeugdruckerei, zur Darstellung ungezählter chemischer Präparate, ja selbst in der Hauswirthschaft als Reinigungsmittel; kurzum, heute wäre Soda überhaupt nicht mehr zu entbehren. Das ergiebt sich auch aus ihrem Verbrauch: 210 Millionen Kilogramm Soda im Werthe von über 22 Millionen Mark werden jährlich in Deutschland consumirt[10]).

* * *

Neben der Schwefel- und Salzsäure ist für die Großindustrie noch die „Salpetersäure" wichtig; hauptsächlich jetzt, da sie

Chemie der Schwefelsäurefabrikation (deutsch von Bode, Freiberg 1874); Bode, Beiträge zur Theorie und Praxis der Schwefelsäurefabrikation (Berlin 1872); Lange, Handbuch der Sodaindustrie und ihrer Nebenzweige, Bd. I (2. Aufl. Braunschweig 1893); Jurisch, Handbuch der Schwefelsäurefabrikation (Stuttgart 1893).

[8]) Siehe S. 521. — [9]) Zur Geschichte d. Ammoniaksoda vergl. Hofmanns Report London Exhibition I, 445. — [10]) Literatur: Wagner, Regesten d. Sodafabrikation

in der Farbstofftechnik ausgedehnte Anwendung gefunden hat, dann aber auch, weil sie und ihre Salze für die Sprengstoffe eine wichtige Rolle zu spielen berufen sind. Bereits Glauber (Anfang des siebzehnten Jahrhunderts) bekannt, wird sie heute durch Verarbeiten des billigen Chilisalpeters mittelst Schwefelsäure rationell gewonnen. Weit größeren Werth aber als die reine Säure hat das Kalisalz derselben, der noch immer unentbehrliche Haupttheil des alten Schießpulvergemenges. Der Kalisalpeter findet sich zwar in der Natur an sehr vielen Orten, in größerer Menge jedoch abgesehen von den Salpeterplantagen meist unerreichbar. Man war deshalb schon lange darauf bedacht, aus billigem Natron- (Chile-) salpeter den werthvolleren Kalisalpeter darzustellen, thut dies aber erst mit Erfolg seit Erschließung der überreichen Kalisalzlager in Staßfurt. Etwas hat diese Produktion allerdings seit Einführung des rauchschwachen Pulvers abgenommen.

Das Schießpulver ist jedenfalls schon lange bekannt. Chinesen und Araber benutzten es, um mit ihm gefüllte Brandgeschosse mittelst Wurfmaschinen zu schleudern; auch zur Fabrikation von Feuerwerkskörpern hat es bei den Chinesen schon vor mehr als 2000 Jahren gedient. Nachdem erst zu Anfang des vierzehnten Jahrhunderts das Pulver als treibende Kraft benutzt wurde, vervollkommnete man sich allmählich in der Bereitung desselben und lernte die günstigsten Mischungsverhältnisse von Salpeter, Kohle und Schwefel sowie ihrer Verbrennungsprodukte kennen[11]). Einen wesentlichen Aufschwung nahm die Schießpulverindustrie, als neue Explosivkörper durch chemische Forschungen bekannt wurden. So hatte 1832 Braconnet die Nitrokörper, 1845 Schönbein und 1846 Böttger die Schießbaumwolle entdeckt. Die ersten Versuche, letztere zur Darstellung von Schießpulver zu benutzen, wurden aber erst 1882 gemacht. 1888 nahmen, nachdem Vieille, ein Franzose, das erste rauchschwache Schießpulver aus in Aether gelöster Schießbaumwolle und Pikrinsäure dargestellt hatte (1886), Nobel, Abel und Dewar Patente auf ihre rauchschwachen Pulver, und nach fünf Jahren gab es keine Armee Europas mehr, die noch das alte Schwarzpulver benutzt hätte[12]).

Die Technik der Explosivstoffe beginnt mit der bereits erwähnten Entdeckung der Schießbaumwolle. Damals sprachen wochenlang die Blätter von nichts anderem als diesem merkwürdigen Körper, und der Verbrauch an Salpetersäure, die zur Darstellung

(Leipzig 1866); Lange, Handbuch der Sodaindustrie 2. Aufl. (Braunschweig 1893, 2 Bde.); derselbe, Taschenbuch für die Soda-, Pottasche- und Ammoniakfabrikation 2. Aufl. das. 1892). — [11]) Bunsen und Schischkoff, P. 102, 63. — [12]) Literatur: Rutzky, Theorie der Schießpräparate (Wien 1870); Upmann, das Schießpulver, dessen Geschichte ꝛc. (Braunschweig 1874); Böckmann, Die explosiven Stoffe (2. Aufl. Wien 1895); Guttmann, Die Industrie der Explosivstoffe (Braunschweig 1895); Ronocki, Geschichte der Explosivstoffe (Berlin 1895—96, 2 Bde.); Guttmann, Schieß- und Sprengmittel (Braunschweig 1899). —

benutzt wird, stieg enorm infolge der angestellten Versuche[13]); aber die ersten Erfahrungen waren doch nichts weniger als ermuthigend. So wurde 1848 durch spontane Explosion von 1600 kg Schießbaumwolle die Fabrik in Bouchet vollständig zerstört und auch an anderen Orten kamen außerordentliche schwere Explosionen vor.[14]) Infolgedessen sank die Begeisterung für den neuen Sprengstoff bald wieder, und nur Wenige glaubten noch an die Zukunft der Schießbaumwolle. Bald aber gewann man bessere Hoffnungen, da der österreichische Artilleriegeneral von Lenk den Sprengstoff auf bedeutend weniger gefährlichem Wege darzustellen lehrte; weiter hat sich dann F. A. Abel um die Fabrikation der Schießbaumwolle sehr verdient gemacht.

Ein anderer wichtiger Explosivstoff ist das Nitroglycerin oder Sprengöl, das 1867 von Nobel in die Sprengtechnik eingeführt wurde[15]); vorher war es in Amerika als Arzneimittel unter dem Namen Glonoïn eine Zeitlang benutzt worden. Das Nitroglycerin war aber sowohl in seiner Anwendung wie beim Transporte sehr gefährlich und deshalb wurde sein Gebrauch auch in einigen Ländern verboten. Da gelang es Nobel, mit Hülfe von Kieselguhr (Infusorienerde) aus dem Nitroglycerin ein festes Präparat darzustellen: das gegen Stoß vollkommen unempfindliche Dynamit[16]). Es wird beim Straßen- und Tunnelbau, im Minen- und Seekrieg mit Erfolg angewandt und durch Knallquecksilber oder elektrischen Strom zur Explosion gebracht. — Untersuchungen über das Knallquecksilber und seine Wirkungsweise verdanken wir J. von Liebig, der sich, wie auf allen Gebieten, auch hier hervorragend bethätigt hat[17]). — Genaue Angaben über den Verbrauch von Schießbaumwolle und Sprengmittel lassen sich nur bis zum Jahre 1890 geben; danach betrug die Herstellung von Dynamit ca. fünf Millionen Kilogramm, die von Schießbaumwolle 573 000, abgesehen von der für militärische Zwecke hergestellten.

* * *

Eine der interessantesten Erfindungen ist die des Feuerzeugs. Während man früher mittelst Stein, Kohle, Zunder und Schwefelfaden „Feuer schlug“, genügte mit dem Aufschwung chemischer

Lenk von Wolfsberg, Wilhelm, Frhr., geb. 1809 zu Budweis in Böhmen, trat in die Armee und wurde Feldzeugmeister. Gest. 1894.

Abel, Sir Frederick Augustus, geb. 1827 in London, Direktor des chemischen Laboratoriums im Arsenal von Woolwich, 1883 englischer Regierungscommissar bei der elektrischen Ausstellung in Wien. — Schriften: Gun-cotton (1866); On recent investigations and applications of explosive agents (1871); Researches on explosives (1875); The modern history of gunpowder (1877); Elektricity as applied to explosive purposes (1884).

13) J. pr. **40**, 193; P. **70**, 320. — 14) C. r. **28**, 345. — 15) D. **183**, 221. — 16) D. **190**, 221. — 17) A. ch. **24**, 294; das. **25**, 285; P. **1**, 87.

Kenntnisse diese Art den wachsenden Bedürfnissen nicht mehr; es kam zunächst ein pneumatisches Feuerzeug auf, das von Mollet zu Lyon (1803) erfunden und von Dumoutiez (1806) vervollkommnet worden war. Diese Erfindung war aber nicht praktisch, da sie, abgesehen von der Umständlichkeit der Anwendung, äußerst unsicher funktionirte. (Das pneumatische Feuerzeug bewirkt die Entzündung eines kleinen Stückchens Feuerschwamm durch die mittelst rascher Luftkompression entwickelte Wärme. Beobachtet worden war diese Erscheinung 1802 oder 1803 durch einen Arbeiter der Gewehrfabrik zu St.-Etienne.)

Der Phosphor, der sich infolge seiner Leichtentzündlichkeit wohl am ehesten als Feuerzündmaterial eignet, war zu diesem Zwecke zuerst von Peyla in den sogenannten Turiner Lichtchen angewandt worden; ein weiterer Versuch dann, etwas Phosphor mittelst eines Hölzchens aus einem Fläschchen zu holen und durch Reiben zur Entzündung zu bringen, hat sich nicht recht einbürgern können. Andere Vorrichtungen, mittelst des Funkens eines Elektrophors Wasserstoff zu entzünden („Elektrisches Feuerzeug" oder sog. Zündmaschine 1770 von Fürstenberger in Basel erfunden) oder Platinschwamm bei der Zündung zu benutzen (Erfindung von J. W. Döbereiner, Prof. in Jena), wurden durch ein chemisches Feuerzeug verdrängt, das, 1807 aufgekommen, ein Vierteljahrhundert allgemein benutzt wurde: Kleine, mit phosphorsaurem Kali und Schwefel präparirte Zündhölzer wurden in concentrirte Schwefelsäure getaucht und dadurch zum Entflammen gebracht. Trotzdem diese Erfindung alle ihre Vorgängerinnen weit überragte, hat auch sie wieder einer besseren Platz machen müssen: Der Erfindung der Reibzündhölzer durch Samuel Jones in London (1832). Jones benutzte mit chlorsaurem Kali und Schwefelantimon vorbereitete Hölzchen, die durch rauhes, zu diesem Zwecke präparirtes Papier gezogen wurden. Kurz darauf (1833) sah sich diese noch etwas unvollkommene Erfindung durch die Anwendung von Phosphorstreichhölzern verdrängt, deren Herstellung wir Preshel und Böttger in Oesterreich und Dr. Moldenhauer in Darmstadt zu verdanken haben. Wie sich denken läßt, begann diese Industrie, die einem allgemeinen Bedürfniß abhalf, mächtig aufzublühen. Aber bald zeigten sich die nachtheiligen Folgen der gesteigerten Phosphorverarbeitung, denn überall traten schwere Vergiftungserscheinungen bei den in den Zündholzfabriken beschäftigten Arbeitern auf. Man mußte also nach einem Ersatzmittel für den giftigen Phosphor suchen und fand ihn, nachdem Schrötter 1847 den amorphen, durchaus ungiftigen Phosphor entdeckt hatte. Nach einem Vorschlage Dr. Böttgers brachte Preshel 1854 die neuen Zündhölzer zuerst auf den Markt.

Großen Eindruck haben sie bei ihrer anfänglichen Unvollkommenheit nicht gemacht, erst nach jahrelang fortgesetzten Versuchen ist es gelungen, wirklich brauchbare Zündhölzer darzustellen; Hauptabsatz fanden zunächst die aus Schweden stammenden Fabrikate. Heute

ist diese Industrie dort aber etwas zurückgegangen, denn jedes Land vermag seine Streichhölzer ebenso gut zu fabriziren. Ganz vollendet sind aber auch diese Zündhölzer noch nicht; es fehlt ein Zündholz, das, bei vollkommener Giftfreiheit und ebenfalls ungiftiger Darstellung, sich überall entzünden läßt. Die belgische Regierung hat 1898 ein Preisausschreiben in dieser Hinsicht erlassen, jedoch ist dem Berichterstatter nicht zu Ohren gekommen, ob wirklich brauchbare Resultate erzielt wurden. Das zwanzigste Jahrhundert, dem noch so viele Fragen zu lösen vorbehalten sind, wird wohl auch dieses Problem über kurz oder lang zu lösen wissen. — Im Jahre 1898 wurden in Deutschland 90 000 Millionen Stück Zündhölzer dargestellt, davon 36 000 Millionen aus weißem Phosphor — ein Zeichen, daß zwar die Anwendung amorphen Phosphors außerordentliche Fortschritte gemacht hat, daß sich aber die alten, giftigen Streichhölzer infolge ihrer überall möglichen Entzündlichkeit so leicht noch nicht ganz verdrängen lassen.[18])

* *
*

Einen bedeutenden Aufschwung hat die Seifenfabrikation im neunzehnten Jahrhundert zu verzeichnen. Geschichtlich läßt sich nicht feststellen, seit wann überhaupt Seife für den Toilettebedarf in Gebrauch ist; lange muß es jedenfalls her sein, da die erste Seife aufkam, denn bereits im neunten Jahrhundert gilt Marseille als ihr Haupthandelsplatz. Einen Aufschwung nahm die Seifensiederei erst in unserem Jahrhundert zugleich mit der Entwicklung der Sodaindustrie, als durch die Erfindung Leblancs endlich eine billige Sodaquelle (der Ausgangspunkt zur Darstellung von Aetznatron- oder Aetzkalilauge, die zur Seifenfabrikation nöthig sind) gegeben worden war. Trotzdem herrschte noch rohe Empirie auf diesem Gebiete, bis durch die epochemachenden Arbeiten Chevreuls (1811 bis 1823) die Natur der Fette und ihre Verseifungsmöglichkeit klargelegt worden war.[19])

Ebenfalls durch die Arbeiten Chevreuls ist ein anderer Körper zugänglich gemacht, der heute kaum noch entbehrt werden könnte: die Stearinsäure.[20]) Feste Fette, Talg 2c. hat man ja schon lange zu Leuchtzwecken benutzt; diese Lichtspender hatten aber alle ihre

Chevreul, Michael Eugène, (1786—1889), zuletzt Direktor der Färbereien und Professor der Farbchemie an der Gobelin-Manufaktur in Paris. Zahlreiche Arbeiten über Farbstoffe, Leichenwachs 2c.

[18]) Literatur: Jettel, Die Zündwaarenfabrikation (Wien 1897). — [19]) Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale (Paris 1826); Ann. Mus. d'hist. nat. XX, 1813; Mémoires Mus. d'hist. nat. I—IV, 1815—17; Ann. chim. 95; ferner Wiltner, Handbuch der Seifenfabrikation (4. Aufl. Wien 1891); Fischer, dasselbe (7. Aufl. Wien 1895); besonders zu empfehlen Deite (2. Aufl. mit anderen Fachmännern, Berlin 1896, 2 Bde.). — [20]) Später ausführlich bearbeitet von Heintz: A. 84, 297; das. 88, 297; J. pr. 66, 1. —

Fehler, sie brannten unregelmäßig, waren zu weich, verbreiteten schlechten Geruch und was der Uebelstände mehr waren. Durch Benutzung der Stearinsäure sind alle diese Fehler behoben. — Auf die Herstellung von Kerzen aus Stearinsäure hatten Chevreul und Gay-Lussac 1825 ein Patent genommen, doch können erst A. de Milly und Motard (1831) als die Begründer dieser Industrie angesehen werden; ihre Methode wurde später noch wesentlich verbessert (Einführung der Verseifung mittelst Schwefelsäure durch Wilson und Gwynne, Verseifung mit Wasserdampf durch Tilghmann und Melsens (1854).[21]) In Deutschland werden heute jährlich über zehn Millionen Kilogramm Stearinsäure hergestellt.

Hatte man früher bei der Verseifung der Fette das nebenher entstehende Glycerin lange Zeit unbeachtet gelassen, so änderte sich dies, als Wilson und Payen (1855) die Reinigung desselben durch Destillation einführten und so die Rentabilität der Seifenfabrikation bedeutend hoben. Acht bis zehn Millionen Kilogramm Glycerin werden jährlich in Deutschland gewonnen, während der Bedarf der ganzen Welt auf 60—80 Millionen jährlich geschätzt wird.[22])

Seit ungefähr dreißig Jahren gewann die Fettindustrie noch eine Vergrößerung durch Schaffung eines weiteren Zweiges, nämlich der Fabrikation einer Kunstbutter oder Margarine. Zuerst im Jahre 1869 von dem französischen Chemiker Mège-Mouriès nach mehrjährigen Versuchen hergestellt, verdankt sie ihre Erfindung der französischen Regierung, die einen Preis ausgeschrieben hatte für die Darstellung eines Produktes, das billiger und von größerer Haltbarkeit sei, wie die Naturbutter, daher sich besonders für die Marine und die bedürftigen Klassen eigne. Napoleon III. zeigte großes Interesse an diesen Versuchen und stellte seine Farm zu Vincennes hierfür zur Verfügung; der Erfolg war, daß schon 1870 eine kleine Fabrik zu Poissy bei Paris gegründet werden konnte, die während der Belagerung gute Dienste leistete. Jetzt blüht die Kunstbutterindustrie besonders in Nordamerika, Holland, Deutschland, Oesterreich und Frankreich. In Deutschland werden allein über 135 Millionen Kilogramm dargestellt, doch reicht diese Menge nicht für den Bedarf aus und ist man noch auf den Import von Margarine angewiesen. — In manchen Kreisen der besseren Klassen herrscht vielfach noch ein ungerechtfertigtes Vorurtheil gegen den Genuß von Kunstbutter. Da diese Industrie nur durch Verwendung vollkommen frischer Waare (Rindertalg) ein genußfähiges Produkt herstellen kann, und dazu Margarine ebenso gut verdaulich wie Naturbutter und schließlich bedeutend billiger wie diese ist, so ist jedes Vorurtheil gegen den Genuß von Kunstbutter durchaus zu bedauern.[23]) — —

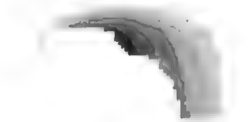
[21]) Literatur: Marazza, Die Stearinindustrie (deutsch bearb. von Mangold, Weimar 1896). — [22]) Die hier angeführten Zahlen entstammen meistens dem trefflichen Büchlein: Wichelhaus, Wirthschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit (2. Aufl. Braunschweig 1900). — [23]) Literatur: Mayer, die Kunstbutter,

Durch das Emporkommen der Sodaindustrie ist eine andere Industrie ins Leben gerufen worden, diejenige der **Ultramarinbereitung**. Als Farbstoff seit Ende des fünfzehnten Jahrhunderts bekannt, hat man Ultramarin bis zu Beginn unseres Jahrhunderts aus dem in der Natur nur spärlich vorkommen Lasurstein (Lapis lazuli) hergestellt: Im Jahre 1825 kostete darum ein solches Kilogramm noch 60—300 Thaler. **Tessaert** hatte nun schon 1814 in seinem Sodaofen in Saint Gobain die Bildung einer blauen Farbe beobachtet, die **Vauquelin** als identisch mit dem aus dem Lasurstein hergestellten Farbstoff erkannte. Künstlich bereitet aber wurde das Ultramarin erst später, als die französische Regierung (1824) einen Preis auf die Lösung dieser Frage gesetzt hatte. **Christian Gmelin**[24]) in Deutschland und **Guimet** in Frankreich[25]) haben das Recht für sich in Anspruch zu nehmen, die Begründer der Ultramarinindustrie zu sein. (Guimet soll den Farbstoff bereits 1826 entdeckt, jedoch als Geheimniß in den Handel gebracht haben.) — Wenn auch die Gmelin'sche Methode durchaus noch nicht für den Großbetrieb geeignet war, so gab sie doch den Anstoß zu weiteren Arbeiten, die befruchtend wirkten und die jetzt eine Fabrikation im großen gestatten (Leykauf 1837); Deutschland gilt zur Zeit als Hauptfabrikantin des wichtigen Farbstoffs. — Das Ultramarin wird dargestellt, indem man ein Gemenge von Thon, trockener Soda, Schwefel und Holzkohle bei Luftabschluß erhitzt. Es entsteht zunächst ein grünes Ultramarin, das mit Wasser gewaschen, getrocknet und mit Schwefelpulver gelinde erhitzt wird, bis man die gewünschte blaue Farbe erhält. Auch violette, rothe und gelbe Ultramarine werden (speziell in der von Leykauf gegründeten Fabrik, jetzt unter der Firma Joh. Zeltner, Nürnberg,) hergestellt und vertrieben. Ueber die chemische Zusammensetzung aller dieser Farbstoffe ist noch sehr wenig bekannt,[26]) doch sind wir der Lösung dieser Frage nicht mehr allzuweit entfernt. — Das Ultramarin dient, da es in Lösungsmitteln unlöslich ist, der Luft und dem Licht widersteht, vielfach dem täglichen Gebrauche, so als Wasser-, Kalk- und Oelfarbe, zur Darstellung von Tapeten, zum Zeugdruck, in der Buchdruckerei, zum Blauen von Papier, Wäsche, Zucker u. s. w.[27]) — —

ihre Fabrikation, ihr Gebrauchswerth ꝛc. (Heidelberg 1884); **Sell**, Ueber K., ihre Herstellung, sanitäre Beurtheilung (Berlin 1886); **Wollny**, Ueber die Kunstbutterfrage (Leipzig 1887); **Soxhlet**, Ueber Margarine (München 1895.)

Guimet, Jean Baptiste, geb. 1795 zu Veron, bis 1834 Beamter d. Pulver- und Salpeterfabrik in Toulouse, dann Ultramarinfabrikant in Lyon.

24) Württemberg. Abhandl. 2 (1828), 191. — 25) A. ch. 46, 431. — 26) Vergl. F. **Knapps** Abhandlung (J. p. (2) 38, 48). — 27) In Deutschland wurden 1895 6,5 Millionen kg Ultramarin dargestellt. — **Literatur**: **Lichtenberger**, Ultramarinfabrikation (Weimar 1865); **Vogelsang**, Natürliche Ultramarinverbindungen (Bonn 1873); **Hoffmann**, Die Entwicklung der Ultramarinfabrikation (Braunschweig 1875); **Fürstenau**, Das U. u. s. Bereitung (Wien 1880).



Die Glasindustrie ist eine der allerältesten Industrieen; es finden sich auf den Reliefs der Königsgräber von Beni Hassan in Egypten (etwa 1800 v. Chr.) bereits Abbildungen von Glasbläsern in voller Thätigkeit und aus dem siebzehnten Jahrhundert v. Chr. ist sogar noch eine gläserne Urne erhalten, die beweist, daß man schon damals das Schleifrad mit Erfolg benutzte. Daß später in Rom zur Kaiserzeit die Glasindustrie bereits in hoher Blüthe stand, berichtet Cicero; auch wurden damals schon in Rom und Pompeji Fensterscheiben allgemein benutzt. Ebenfalls fanden werthvolle Glas-filigranarbeit, Gläser mit angeschliffener Dekoration, zum Theil in den herrlichsten Farben, in der luxuriösen Kaiserzeit hervorragenden Absatz. Ganz farblose Gläser wurden damals sehr hoch bezahlt, da ihre Herstellung eine schwierige war (infolge der fast stets vorkommenden natürlichen Verunreinigungen der Rohstoffe). — Im Mittelalter ist Venedig Hauptführerin in der kunstvollen Glasbereitung gewesen; zur Zeit der Renaissance hat sich dort eine Glasmacherkunst entwickelt, die in Form und Farbe noch heute mustergültige Meisterwerke schuf und mit ihren Produkten die ganze Welt eroberte.

In Deutschland sind zur Römerzeit Glashütten angelegt worden. — Von Glasbergen und vom gläsernen Himmel erzählt die Edda, ein Beweis dafür, daß Glas in den Vorstellungen unserer Vorfahren eine Rolle gespielt hat. — Später kam die deutsche Industrie sehr in Aufschwung und konnte es sogar wegen der ziemlichen Härte ihrer Gläser wagen, mit den Erzeugnissen venezianischer Glasbläserei in erfolgreiche Konkurrenz zu treten; Fensterscheiben aber hat man bei uns noch zu Luthers Zeiten nicht allgemein gekannt. — Eine deutsche Erfindung scheinen die Spiegel zu sein (14. Jahrhundert), ebenso wie das bedeutendste und älteste Werk über Glasbläserkunst einen Deutschen (Kunckel, Zeit des Großen Kurfürsten) zum Verfasser hat.

Die Glasbereitung, die nur durch Empirie auf so hohe Stufe gelangt war, wie wir sie am Ende des achtzehnten Jahrhunderts erblicken, hat durch die chemische Forschung trotzdem noch sehr viel Fortschritte zu verzeichnen. Zunächst in der Aenderung des Betriebes. Hatte man im Mittelalter ausschließlich Pottasche zur Glasdarstellung verwandt, so mußte diese der jetzt erfundenen Soda weichen; letztere für billige Gläser wiederum dem Natriumsulfat. Aber auch in technischer Beziehung hat sich die Glasindustrie gehoben, denn als die alte Holzfeuerung für das neue Material nicht mehr ausreichte, mußte man sich nach anderen, stärkeren Heizquellen umsehen, und die Erfindung des regenerativen Gasofens, auf den wir noch zu sprechen kommen, durch Friedrich Siemens löste das wichtige Problem.

Das Hauptmaterial zur Glasbereitung ist der Quarz, der sich überall in Deutschland in unerschöpflicher Menge findet. Ganz rein kommt er jedoch nur in der Aachener Gegend, in Schlesien und in der Lausitz vor, weshalb auch dort die Glasindustrie in hoher Blüthe steht. Da durch die geringste Verunreinigung des Quarzes

mit Eisen kein ganz weißes Glas mehr erhalten wird, ist man darauf angewiesen, Substanzen zuzufügen, die dessen Farbe paralysiren; früher wurde zu diesem Zweck ausschließlich Braunstein verwendet, der heute durch Selen- und Didymsalze zum großen Theil verdrängt ist. — Farbige Gläser stellt man in großen Massen dar; während hierzu einige Metalloxyde und sonstige Färbemittel benutzt werden, entsteht das gewöhnliche Flaschenglas ohne Farbstoffzusatz. Seine grüne Farbe verdankt es dem starken Eisengehalte des Quarzes, der der billigen Herstellung wegen angewandt werden muß. — Kristallgläser werden durch Zusammenschmelzen von kieselsaurem Kali mit ebensolchem Blei erhalten; sie finden außer zu Luxusgegenständen, infolge ihrer Eigenschaft, das Licht stark zu brechen, auch Verwendung zu optischen Zwecken (Linsen, Prismen u. s. w.).

Hohlgläser werden mit wenigen Ausnahmen immer noch nach dem uralten Verfahren, dem Blasen mit dem Munde, dargestellt, mechanische Blasevorrichtungen haben sich nicht recht einführen können. Neuerdings aber hat Siewert ein Verfahren ausgearbeitet, das auf ganz anderer Grundlage beruht und die Darstellung von Hohlgläsern in bisher ungekannten Dimensionen gestattet. — Gläser für physikalische und chemische Zwecke werden in der Neuzeit in ganz vorzüglicher Qualität hergestellt. Nicht zu allerletzt ist dazu der Anstoß erfolgt durch die Errichtung des „Glastechnischen Laboratoriums“ in Jena (1881), das auf Veranlassung von Prof. Abbé gegründet wurde und jetzt unter der Leitung des Dr. Schott steht. Aus diesem vom preußischen Staate finanziell unterstützten Institute sind durch planmäßige Untersuchung der Gläser und durch Verbesserung des Materials die ausgezeichnetesten Fabrikate hervorgegangen, die in optischer Hinsicht ganz andre als bisher gekannte Eigenschaften besitzen. Auch das Jenenser Thermometerglas, das die durch thermometrische Depression herstammenden Fehler nicht aufweist, sowie das Schott'sche Gerätheglas sind für physikalische und chemische Untersuchungen von unschätzbarem Werthe geworden.

Auf die zahllosen Verzierungen der für den Gebrauch bestimmten Glassachen (das Plattiren, Graviren, Aetzen, Bemalen, Vergolden u. s. w.) kann hier nicht näher eingegangen werden. Einen Begriff vom Stande der heutigen Glaswaarenindustrie erhält man, wenn man sich vergegenwärtigt, daß allein in Deutschland im Jahre 1897 für über 115 Millionen Mark Glasgegenstände hergestellt wurden.[28]) — —

[28]) Literatur: Benrath, Die Glasfabrikation (Braunschweig 1875); Tscheuchner, Handbuch der Glasfabrikation (Weimar 1884); Dralle, Anlage und Betrieb der Glasfabriken (Leipzig 1886); Mertens, Fabrikation und Raffinirung des Glases (Wien 1889); Fischer, Die Kunst der Glasmassenverarbeitung (Wien 1892); Friedrich, Die altdeutschen Gläser (Nürnberg 1884) u. s. w. — Arbeiten über die chemische Bildung des Glases s. Pelouze, A. ch. (4) **10**, 184; R. Weber, Wagners Jahresber. **1863**, S. 391; Benrath, das. **1871**, S. 398.

Die keramische Industrie hat wie die Glasbläserei ihre Entstehung in vorgeschichtlicher Zeit zu suchen; Ziegeleien und Töpferwerkstätten sind seit Alters her überall zu finden und liefern je nach der Beschaffenheit des Bodens, auf dem sie errichtet sind, Fabrikate besserer und schlechterer Qualität. So unterscheidet man das Steinzeug, das meist grau oder braun ist und häufig mit Kobaltoxyd blau bemalt wird; das aus England stammende Steingut, die Fayence, Majolika, das Wedgewood u. s. w. Alle diese Thonwaarengattungen werden aus verschiedenen, zum Theil weißbrennenden, mehr oder weniger abgemischten Thonen gebrannt, wobei unzersetzter Feldspath zusammensintert und dadurch der Masse eine große Widerstandsfähigkeit verleiht. Ihren Höhepunkt findet die keramische Industrie in der Erfindung des Porzellans, das 1704 durch Böttger bei alchemistischen Arbeiten entdeckt wurde. Böttger wollte zu Schmelzgefäßen einen rothen Thon benutzen und erhielt eine braunrothe, steinzeugartige Masse, das rothe Porzellan; das erste weiße Porzellan stellte er bei späteren Versuchen (1709) aus dem weißen Kaolin von der Aue zu Schneeberg her. Seitdem ist in der zu Meißen gegründeten Kgl. Sächs. Porzellanmanufaktur die neue Industrie schnell zu hoher Blüthe gelangt, wenn sie auch ihr Fabrikationsgeheimniß nicht allzu lange hüten konnte und ihr daher bald zahlreiche Konkurrenten erstanden (Nymphenburg, Wien, Berlin, Höchst u. s. w.). Durch Seegers bahnbrechende Arbeiten, durch Einführung der rationellen Thonanalyse ist die Porzellanfabrikation endlich das geworden, was sie heute im gewerblichen Leben ist. Technisch verkörpert sie das Einswerden zweier großer Kunstgattungen, der Malerei und der Bildhauerei, und ist es deshalb kein Wunder, daß sich die Pozellankunstwaaren andauernd großer Beliebtheit erfreuen. Gerade hierin leistet die älteste, die Meißner Fabrik, noch heute Außerordentliches, ebenso wie sie auch von keiner andern übertroffen wird an Gleichmäßigkeit des Materials, Glanz der Glasur und der Mannigfaltigkeit der Scharffeuerfarben (da die Farben meistens vor der Glasur aufgetragen werden und daher die starke Hitze des Glattbrandes ertragen müssen, ist ihre Auswahl eine beschränkte; Farben mit dieser Eigenschaft nennt man Scharffeuerfarben). Gleich bewundernswerth ist bei ihr die äußerst schwierige Technik des Pâte-sur-Pâte ausgebildet. Die alten Meißener Traditionen haben sich eben bis auf den heutigen Tag erhalten; wie in den Jahren ihrer Entstehung pflegt diese Fabrik auch heute noch vorzugsweise Nachbildungen aus der Rokokozeit. — In der Herstellung von Porzellangefäßen für den chemischen und physikalischen Gebrauch zeichnet sich die Kgl. Porzellanmanufaktur zu Berlin aus; ihre Fabrikate werden in Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit der Masse nicht übertroffen.[30])

* * *

[29]) D. 288, 70. — [30]) Literatur: Jännicke, Grundriß d. Keramik (Stuttgart 1879); Krell, die Gefäße der Keramik (das. 1885); Swoboda, Grundriß

Sind chemische Untersuchungen der Thon- und Porzellanindustrie von Nutzen gewesen, so nicht weniger der Bereitung und Anwendung von Mörtel und Cement. Wenn auch das Problem, wie der hydraulische Mörtel (der Cement), erhärtet, noch nicht ganz gelöst ist, so ist doch die Litteratur darüber durch werthvolle Arbeiten sehr gefördert worden.[31]) — Cement ist bereits bei den Römern benutzt worden, hat aber, da der Quellen für Rohstoffe (vulkanische Tuffe) nur wenige waren (Puteoli und die Gegend von Bonn), für lange Zeit nicht viel Verwendung finden können. Erst Smeaton machte 1759 die Entdeckung, daß Kalk, der aus thonhaltigen Kalksteinen gebrannt war, die Eigenschaft besaß, unter Wasser zu erhärten. Einen solchen Kalk, mit Sand und zerpochten Eisenschlacken gemischt, verwandte er später als Mörtel beim Bau des berühmten Eddystone-Leuchtthurmes im Kanal (1774).[32]) Auf die Entdeckung Smeatons gestützt, erfand Parker den römischen Cement, dessen Wirkungsweise Fuchs (1832) aufklärte,[33]) aber, wie wir jetzt wissen, in nicht richtiger Weise. Desungeachtet kam die Romancementfabrikation sehr in Aufschwung, da durch die Fuchs'schen Arbeiten wenigstens das Rohmaterial zur Herstellung bekannt geworden war. Versuche, um thonigen Kalkstein durch Anwendung künstlicher Gemenge von Kalk und Thon zu ersetzen, machte zuerst Vicat in Paris (1818);[34]) der so hergestellte Portlandcement (benannt nach dem Portlandbaustein, dem er in Farbe und Festigkeit sehr ähnelt), ist die Erfindung eines Maurers in Leeds namens Joseph Aspdin. Seit 1830 ist die Darstellung des Portlandcementes zu großer Vollkommenheit gelangt, und die erste deutsche Fabrik wurde 1850 in Stettin errichtet. — Die Darstellung des Cementes erfolgt, wie schon angedeutet, durch gelindes Brennen eines Gemenges von Kalkstein oder Kreide mit Thon und Quarzpulver. An so dargestelltem Cement lieferte Deutschland 1878 schon 52,2 Millionen Zentner.[35])

* * *

Papier wird heute in gegen früher unerhörtem Maaße dargestellt und findet in Deutschland seinen größten Absatz, denn

der Thonwaarenindustrie oder Keramik (Wien 1894); Bucher, Geschichte der technischen Künste, Bd. 3, S. 403 bis 563 (Stuttgart 1893). — [31]) Vergl. Michaëlis, Die hydraulischen Mörtel rc. (Leipzig 1869); F. Schott, D. 202, 434; 209, 130; F. Knapp, das. 202, 513; Michel, J. p. (2) 33, 548. — [32]) Vergl. Smeeton, A narrative of the building and a description of the construction of the Eddystone Lighthouse (London 1791, 2. Ausg. 1793). — [33]) Fuchs, Ueber die Eigenschaften, Bestandtheile und chemische Verbindung d. hydraulischen Mörtel, D. 49. — [34]) A. ch. 15 (Recherches expérimentales sur les mortiers, ciments et bétons). — [35]) Literatur: Heusinger von Waldegg, die Kalk- und Cementbrennerei (4. Aufl. Leipzig 1892); Zwick, Hydraulischer Kalk- und Portlandcement und seine Anwendung im Bauwesen (bearbeitet im Auftrag des Vereins deutscher Portlandcementfabrikanten, Berlin 1892). —

während z. B. für Großbritannien, Frankreich und die Niederlande jährlich 2 Kilogramm Zeitungspapier auf den Kopf der Bevölkerung berechnet wird, kommen auf Oesterreich und Ungarn nur 0,7 Kilogramm, auf Deutschland dagegen 2,8 Kilogramm (berechnet aus Produktion unter Rücksichtnahme auf Einfuhr und Ausfuhr für das Jahr 1897). Die so ins Ungeheure gesteigerte Papierfabrikation hat sich naturgemäß nur dadurch entwickeln können, daß die Technik den fortwährend gesteigerten Ansprüchen nachkam. Schon im fünfzehnten Jahrhundert begegnen wir in Deutschland den ersten Papiermühlen, in denen Papier zunächst aus Pflanzenfaser, später aus gebrauchten Leinenfasern (Lumpen) hergestellt wird. Da der Bedarf aber bereits im achtzehnten Jahrhundert so wuchs, daß man nicht mehr genügend Lumpen auftreiben konnte, sah man sich nach Ersatzstoffen um, und fand sie zunächst darin, daß man Druckmakulatur verwandte; aber damals mit noch nicht viel Erfolg; einen neuen Weg zeigte Schäffer, der 1770 zuerst aus den verschiedensten Pflanzenfasern Papier herstellte.[36]) Allerdings kam er auch auf die sonderbarsten Einfälle bei seinen Versuchen; u. A. bediente er sich Baumblätter, Blaukohlstrünke, Wespennester u. s. w. — Mehr Erfolg hatten die Versuche, Stroh, sowie Holzfasern als Füllmittel neben den Lumpen zu benutzen; das Verdienst Gottfried Kellers aber ist, auf mechanischem Wege (durch Schleifen auf Mühlsteinen) sog. Holzstoff herzustellen (1840—45). Gleichzeitig waren von chemischer Seite Bemühungen, die Cellulose, den Faserstoff des Holzes, durch geeignete chemische Mittel zu zerlegen, mit Erfolg gekrönt. Hauptsächliche Verdienste haben sich in dieser Hinsicht Tilghmann und Al. Mitscherlich[37]) (1872) erworben, die Papier aus Sulfitcellulose herzustellen lehrten. — Zu den allerfeinsten Papieren nimmt man auch heute noch den ausschließlich aus Lumpen bereiteten Hadernstoff und es geschieht seine Herstellung meistens noch nach dem alten Verfahren der Handbereitung (Büttenpapier). Zu besseren Schreib- und Aktenpapieren werden weniger feine Leinen- und Baumwollhadern benutzt; während der Sulfitzellstoff eine fast unbegrenzte Verwendbarkeit findet (er ist in fast allen Papiersorten anzutreffen und wird er, wie der Holzstoff, nach dem Kochen der Hadern diesen zugesetzt), bildet der Holzstoff oder Holzschliff meist die Grundlage aller billigen Papiersorten. Das Zeitungspapier wird ganz ohne Hadern hergestellt und besteht zu vier Fünftel aus weißem Holzschliff und einem Fünftel aus Sulfitzellstoff. Aus braunem, gedämpften Holzschliff bestehen alle Kartons und braunen Packpapiere. — Auch zu anderen, in der Natur vorkommenden Stoffen hat man seine Zuflucht genommen, um Papier daraus herzustellen; so hatte man einst große

[36]) Wiederholte Versuche, aus allerhand Pflanzen und Holzarten Papier zu machen (Erlangen 1771, 2. Aufl. unter dem Titel: Sämmtliche Papierversuche, 6 Bde., das. 1772). — [37]) Vergl. Mitscherlich, Chemische Abhandlungen (Berlin 1865—75.)

Hoffnungen darauf gesetzt, den Torf als Ausgangsmaterial zu benutzen. Derartige Versuche sind bis jetzt aber noch nicht gelungen, und wird der Wunsch, die Lüneburger Heide dereinst in Papier verwandelt zu sehen, wohl auch immer ein solcher bleiben. Hand in Hand mit der Erweiterung des Wissens über die Rohstoffe der Papierfabrikation ging die Verbesserung der Papiermaschinen, die heute so vollendet sind, daß das als Rohstoff der Maschine zugeführte Material sie als vollkommen zum Versandt fertiges Papier verläßt. — Erwähnenswerth ist die Thatsache, daß im Jahre 1897 für 157,3 Millionen Mark Papier allein in Deutschland verbraucht wurde.[38])

* * *

Ganz außerordentlichen Aufschwung haben in Deutschland die landwirthschaftlichen Gewerbe im neunzehnten Jahrhundert genommen. Ueberhaupt kann man erst in unserem Jahrhundert von einem landwirthschaftlichen Gewerbe sprechen, denn die hierher gehörenden Fabrikationszweige, die Zucker-, Spiritus-, Essig-, Stärkebereitung u. s. w., haben zwar schon früher bestanden, sie haben aber nur nach rohem Empirieverfahren gearbeitet; von fabrikmäßigem Betrieb, wie man ihn heute findet, war keine Rede. Die wissenschaftliche Durcharbeitung der einzelnen Gebiete haben wir auch diesem auf technischem Gebiete so unendlich bedeutsamen neunzehnten Jahrhundert zu verdanken. —

Der Zucker ist schon ziemlich lange bekannt; allgemeinen Gebrauches hat er sich aber früher nicht erfreuen können, denn noch im siebzehnten Jahrhundert war er so theuer, daß nur die wohlhabenden Klassen sich diesen Luxus gestatten konnten, weniger Bemittelte nahmen Syrup oder Honig zum Versüßen. Da der gesammte Zuckerbedarf aus den Kolonien (meist Amerika) bezogen werden mußte, ist dies wohl verständlich. Erst 1747 bemerkte Marggraf, daß die Runkelrübe kristallisirbaren Zucker enthält;[39]) die Fabrikation daraus fand aber erst viel später statt. Achard, ein Schüler Marggrafs, beschäftigte sich seit 1786 mit dem Gegenstande und hatte dabei solchen Erfolg, daß er es wagen konnte, 1801 die erste Rübenzuckerfabrik zu Kunern in Schlesien anzulegen. Infolge sehr mangelhafter Einrichtungen war die Ausbeute noch nicht sehr groß: Man erhielt bei sorg-

Marggraf, Andreas Sigismund, (1709—1782), war Droguist, später Vorstand des chemischen Laboratoriums in Berlin und Direktor der physikalischen Klasse desselben.

Achard, Franz Karl, (1753—1821), Direktor der physikalischen Klasse der Akademie der Wissenschaften in Berlin.

38) Literatur: Hofmann, Handb. der Papierfabrikation (2. Aufl. Berlin 1889—95); Dropisch, Handbuch d. gesammten Papierfabrikation (3. Aufl. Weimar 1881); Mierzinski, Handbuch d. praktischen Papierfabrikation (Wien 1886, 3 Bde.); Dahlheim, Taschenbuch für den praktischen Papierfabrikanten (3. Aufl. Leipzig 1896); von Hoyer, Verarbeitung der Faserstoffe (Wiesbaden, 3. Aufl. 1900). — 39) Mém. Berl. 1747. —



fältigem Arbeiten nur 2—3 % Zucker aus der Rübe. Bald jedoch waren Fortschritte zu verzeichnen; ja, während der berüchtigten Kontinentalsperre unter Napoleon I. war es möglich, dem bereits gesteigerten Zuckerkonsum durch eigene Anlagen vollkommen gerecht zu werden. Die damals errichteten Fabriken konnten sich jedoch nicht lange halten und gingen ein. Das Aufblühen der Zuckerindustrie datirt erst seit 1825, als auch auf diesem Gebiete chemische Kenntnisse praktischer Ausübung der Zuckergewinnung zu Hülfe kamen. Besonders hochbedeutsam erwies sich die Zersetzung des Zuckerkalkes mittelst Kohlensäure (Barnell und Kuhlmann[40]) — die Scheidung des Rübensaftes mittelst Kalk hatte Nöldechen schon 1799 bewerkstelligt —; ferner waren bedeutsam: die hervorragenden Verbesserungen der Maschinen zur Saftgewinnung und weiteren Verarbeitung (Diffuseure, Filterpressen, Vorverdampf- und Vakuumapparate, zuerst eingeführt von Horvard 1813) und Filtration des geläuterten Saftes durch Knochenkohle. Andererseits lernte man die Rückstände bei der Zuckerfabrikation zu verwerthen: Die ausgelaugten Rübenschnitzel werden als Sauerfutter, oder nach dem Trocknen (Trockenschnitzel) verfüttert, während die früher nicht mehr brauchbare Melasse (mit 40 % Zucker, der jedoch nicht auskristallisirt) entweder mittelst des sog. Strontianverfahrens von Scheibler entzuckert wird, oder, mit Kraftfuttermitteln gemischt, als äußerst werthvolles Viehfutter Verwendung findet. Heute bildet die Rübenzuckerfabrikation so einen nach jeder Richtung hin äußerst werthvollen Industriezweig. Derartige Erfolge wären niemals zu verzeichnen gewesen, wenn nicht, ganz abgesehen von rein chemischen und technischen Fortschritten, die Agrikulturchemie so sehr fördernd eingegriffen hätte. Durch rationelle Untersuchung des Bodens, des Düngers u. s. w.

Scheibler, Carl, geb. 16. Febr. 1827 in Gemeret (Rhein-Provinz). Studirte 1848—1850 in Berlin und war Schüler von Mitscherlich, Rose, Sonnenschein und Dove; von 1853—1856 I. Assistent Werthers in Königsberg i. Pr., 1858 I. Betriebs-Chemiker der Pommerschen Provinzial-Zuckersiederei in Stettin, erfand er 1863 das Elutions-Verfahren zur Entzuckerung der Melasse. 1866 gründete er sein der Zuckerindustrie gewidmetes chemisches Laboratorium in Berlin und wurde auch Dozent an der Gewerbe-Akademie und der landwirtschaftlichen Hochschule. 1877 bei Einrichtung des Patentamtes wurde er zum technischen Mitgliede desselben ernannt; kurze Zeit darauf erfand er das Verfahren zur Darstellung von Strontianzucker aus Melasse. 1868 ward er Mitbegründer der deutschen Chemischen Gesellschaft. 1888 wurde Sch. zum Fürsten Bismarck nach Friedrichsruh berufen und von ihm auf das rauchlose Pulver hingewiesen; es gelang Sch. denn auch in kurzer Zeit dieser neuen französischen Erfindung eine gleichwerthige deutsche entgegen zu stellen. Sch. starb am 2. April 1899. — Seine bedeutenden literarischen Arbeiten, über 180, sind in verschiedenen Fachzeitschriften veröffentlicht worden; meist in der Zeitschrift des Vereins für Rübenzucker-Industrie und in der 1878 von ihm gegründeten Neuen Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie

[40]) A. ch. 54, 67; C. r. 30. —

(Verdienste, die dem um das ganze Gebiet der Agrikulturchemie so ungemein verdienten Max Maercker hauptsächlich zukommen), nicht zum wenigsten auch durch Auswahl und Anpflanzung der besten Rübensorten (Dippe in Quedlinburg, Klein-Wanzleben u. A. m.) hat man den Zuckergehalt der Rüben, der noch vor dreißig Jahren 11 bis 12 % betrug, auf 17 % und noch höher zu bringen verstanden.[41])

* * *

Wie die Zuckerfabrikation ist auch die Spiritusfabrikation in Deutschland ein fast rein landwirthschaftliches Gewerbe; industrielle Brennereien giebt es nur sehr wenige. Auch die rationell betriebene Kartoffelbrennerei ist eine Schöpfung des neunzehnten Jahrhunderts, wenn auch Versuche, Spiritus aus Kartoffeln herzustellen bis Ende des achtzehnten Jahrhunderts zurückreichen. Von Wichtigkeit werden diese Versuche aber erst seit 1810, und seit 1830 gilt die Kartoffel als Hauptmaterial zur Spiritusgewinnung; sie ist es seitdem geblieben, wenn auch infolge der Kartoffelkrankheit eine Zeit lang Mais, Getreide, Melasse u. s. w. bevorzugt wurden. Die Spiritusfabrikation, ihr Wesen und ihre Bedingungen haben den Anlaß zu zahlreichen, werthvollen Untersuchungen und Arbeiten geliefert, auf die wir bei Besprechung der „physiologischen Chemie" zurückkommen; hier mögen nur die Fortschritte beleuchtet werden, die der Spiritusfabrikation in chemisch-technischer Hinsicht zu statten gekommen sind.

Den ersten Spiritus hat man schon im achten Jahrhundert durch Destillation des Weines (Weingeist) gewonnen, während man bis zum achtzehnten Jahrhundert in nördlichen Ländern nur Branntwein aus Korn darstellte; durch Anwendung der Kartoffel als Ausgangsmaterial hat man erst geeignete Apparate zum Dämpfen erfinden müssen, die in dem heute fast allgemein zur Verwendung kommenden Henzedämpfer ihre Vollkommenheit erreicht haben. (Der Prozeß der Spiritusbereitung aus Kartoffeln verläuft folgendermaßen: Die vollkommen gereinigten Kartoffeln werden zerkleinert und ihr Stärkemehl unter Anwendung gespannter Dämpfe verkleistert. Nach vollendeter Verkleisterung wird die abgekühlte Masse mittelst Malzes verzuckert [d. h. durch ein im Malze enthaltenes Enzym (eines bis jetzt noch nicht genau zu beschreibenden Eiweißkörpers, der Zersetzungen veranlaßt, ohne selbst solche zu erleiden, hier die Diastase) geht die Stärke in Zucker über] und unter Anwendung von Hefe — jetzt fast nur noch Reinzuchthefe — vergohren. Der Zucker spaltet sich bei der Gährung in Alkohol und Kohlensäure, und während letztere während des Gährens entweicht, wird ersterer abdestillirt.) Ihre rationelle Basis hat die Spiritusfabrikation wesentlich den fördernden Arbeiten zu ver-

[41]) Literatur: von Lippmann, Die Chemie der Zuckerarten (2. Aufl. Braunschweig 1895); Stammer, Lehrbuch der Zuckerfabrikation (2. Aufl. das. 1887). Stohmann, Handbuch der Zuckerfabrikation (3. Aufl. Berlin 1893); v. Lippmann, Geschichte des Zuckers (Leipzig 1890) u. s. w. —

danken, die durch die unter der Leitung Max Delbrücks stehende Versuchs- und Lehrbrennerei in Berlin geschahen. Ohne diese und die ebenfalls grundlegenden Arbeiten Max Maerckers wäre der Betrieb in den Spiritusfabriken wahrscheinlich kein derartiger, wie er sich heute dem wissenschaftlichen Beobachter darbietet. Bemerkenswerth ist, daß die Kartoffelbrennerei eigentlich weniger um ihrer selbst willen betrieben wird, als weil man dabei Nährstoffe erhält (den Schlempe-Rückstand nach dem Abdestilliren des Spiritus), die äußerst nahrhaft sind und daher die Haltung großen Viehstandes gestatten; durch erhöhte Düngerfabrikation wird dann wieder ein fruchtbarer Acker gewonnen. In dieser Hinsicht hat also die Brennerei einen wirthschaftlich noch viel höheren Werth als die Zuckerfabrikation.[42]) —

Die Preßhefenfabrikation wird in Deutschland immer im Anschluß an die Spiritusfabrikation betrieben. [Preßhefe wird hergestellt, indem man Roggen oder Mais schrotet, in heißem Wasser (ohne Hochdruck) einmaischt und durch Malz verzuckert. Nach Zusatz einer Hefe (jetzt fast nur noch Reinzuchthefe) geräth die Maische in Gährung, die Hefe sammelt sich an der Oberfläche, wird dort abgeschöpft und nach erfolgter Reinigung in Formen gepreßt.] Bei der wissenschaftlichen Bearbeitung des gesammten Gährungsgebietes ist naturgemäß auch die Preßhefefabrikation in Berücksichtigung gezogen worden, und auf diesem Gebiete hat das neunzehnte Jahrhundert auch wichtige Fortschritte zu verzeichnen. Während man bei der früheren Art der Preßhefefabrikation Hefen erhielt, die durchaus keine einheitliche Zusammensetzung hatten, sondern aus den verschiedensten Saccharomycesarten bestanden, daher auch nach dem Vorwalten der einen oder anderen Gattung ganz verschiedene Gährungsprodukte lieferten, ist es dem dänischen Forscher Christian Hansen ge-

Delbrück, Max Emil Julius, geb. 1850 in Bergen auf Rügen, studirte in Berlin und Greifswald Chemie und übernahm 1874 die Leitung der neugegründeten Berliner Versuchsbrennerei. Seit 1881 Lehrer an der landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin, hat D. vorzugsweise Verdienste auf dem Gebiete, wo sich Theorie und Praxis der Brennerei berühren. D. ist Herausgeber der „Ztschrft. für Spiritusindustrie" (mit Maercker) und der „Wochenschrift für Brauerei" (mit Hayduck).

Hansen, Emil Christian, geb. 1842 in Jütland, war zuerst Zimmermaler, studirte später, nachdem er während des Studiums eine Zeit lang Hauslehrer war, in Kopenhagen Botanik und Chemie, promovirte 1879 und wurde Direktor des physiologischen Laboratoriums in Carlsberg bei Kopenhagen. 1887 erster Apparat zur fabrikmäßigen Erzeugung von Reinhefe. — Schriften: Recherches sur les microorganismes qui à différentes époques de l'année se trouvent dans l'air etc. (in den „Mittheilungen des Carlsberger Laboratoriums", 1879—82); Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques (das. 1881—91); Untersuchungen aus der Praxis der Gährungsindustrie (2. Aufl. München 1890); Sur la production de varietés chez les saccharomyçes (in den Annales de micrographie, Paris 1890).

[42]) Literatur: Maercker, Handbuch der Spiritusfabrikation (7. Aufl.

lungen, von einer einzigen Hefezelle ausgehend ganz reine einheitliche Heferassen zu züchten, die den Namen Reinzuchthefen erhielten. Dadurch ist dem ganzen Gährwesen ein anderer Stempel aufgedrückt worden; denn während man früher nicht die Macht hatte, einheitliche Hefen im Großen zu züchten, ist dies durch die Hansensche Reinzuchthefe vollkommen erreicht worden. Diese immensen Vortheile sind hauptsächlich der Bierbrauerei zu Gute gekommen, denn dieses Gewerbe kann jetzt jahrelang immer genau dasselbe Bier herstellen, was, wie allgemein bekannt, noch Ende der achtziger Jahre vor Hansens denkwürdigen Versuchen durchaus nicht möglich gewesen ist. — Anwendung findet die Preßhefe vorzugsweise in der Bäckerei, neben der eigentlichen Reinzuchthefe auch noch in Brennerei und Brauerei.[43])

Der Essig wird heute zum weitaus größten Theile nach dem von Schützenbach (Freiburg) zuerst (1823) mitgetheilten Verfahren hergestellt, während er in kleineren Betrieben noch aus Wein, Bier oder Malz nach der lange bekannten Methode der Essiggährung (bedingt durch die sog. Essigmutter, Mycoderma aceti) bereitet wird. Das Schützenbach'sche Verfahren der „Schnellessigfabrikation" besteht darin, daß gewöhnlicher Spiritus zur Oxydation und dadurch zur Essigbildung gebracht wird; natürlich war ein solches Verfahren erst dann möglich, als man erkannt hatte, daß Essigsäure das Oxydationsprodukt des Alkohols sei.[44]) —

Wie für die Spiritusfabrikation, bilden auch für die Stärkefabrikation neben Mais, Reis, Getreide die Kartoffeln das Hauptrohmaterial. Die Fortschritte rationeller Gewinnung liegen jedoch auf rein technischem Gebiete, indem man die zur Stärkegewinnung dienenden Maschinen stetig verbessert hat. Anders ist dies auf dem mit der Stärkefabrikation zusammenhängenden Gebiete der Stärkezuckerfabrikation. Sie ist ein dem neunzehnten Jahrhundert zu verdankender chemischer Gewerbszweig, denn Kirchhoff[45]) entdeckte erst 1811 die Umwandlung von Stärkemehl in Zucker mittelst Schwefelsäure. Heute wird eine derartige Darstellung von Stärkezucker im Großen betrieben; aber mehr Gewicht als auf Stärkezucker selbst legt man allerdings auf die Fabrikation von Stärkeshrup.[46]) —

Berlin 1897); Stammer, die Branntweinindustrie (Braunschweig 1895); Ulbricht und Wagner, der Spiritusfabrikation (Weimar 1888); Lintner, Handbuch der landwirthschaftlichen Gewerbe (Berlin 1893). — [43]) Literatur: Bělohoubek, Studien über Preßhefe (Prag 1876); Marquard, Handbuch d. Preßhefefabrikation (5. Aufl. Weimar 1894); Durst, Handbuch d. Preßhefefabrikation (Berlin 1888). — [44]) Literatur: Pasteur, Der Essig, seine Fabrikation und Krankheiten (deutsch Braunschweig 1878); Bersch, Die Essigfabrikation (3. Aufl Wien 1866); Fontenelle-Ziegler, Handbuch der Essigfabrikation (7. Aufl. Weimar 1893). — [45]) Vergl. Gmelin-Kraut, Handbuch der Chemie (Heidelberg 1862), 5, 737, 744; Sachße, Chem. Centralblatt 1877, 732. — [46]) Literatur: Stohmann, Die Stärkefabrikation (Berlin 1878); Wag-

Eines der wichtigsten Gewerbe in ganz Deutschland ist die Bierbrauerei; denn der Bierkonsum der Deutschen ist ein ganz außerordentlicher, und, wie die Statistik lehrt, fortdauernd im Steigen begriffen. — Bier, oder wenigstens bierähnliche Getränke hat man schon im grauen Alterthum herzustellen gewußt; Tacitus erzählt von unseren Vorfahren, daß sie bereits mit Vorliebe dem Genusse des Bieres huldigten. Allerdings scheint dieses Bier von dem unsrigen recht verschieden gewesen zu sein, denn Hopfengärten werden erst in einer Urkunde zur Zeit Pipins (768) erwähnt. Im elften Jahrhundert schon ist Hopfen jedenfalls als Bierzusatz benutzt worden, und die Klöster sollen zu damaliger Zeit ein recht gutes Bier hergestellt haben. — War in Deutschland allgemein das aus Gerste hergestellte Malz das Rohmaterial der Bierbrauer, so ist das Weizenbier eine Erfindung der Engländer. Von dort aus kam es nach Hamburg und es hat, nachdem das Geheimniß seiner Bereitungsweise der in Hamburg thätig gewesene Brauknecht Kurt Broihahn nach Hannover gebracht hatte, seinen Weg durch ganz Norddeutschland genommen, wo es speziell in Berlin als Weißbier sich andauernder Beliebtheit erfreut. Aber noch vor zwanzig Jahren stellte man viel weniger Ansprüche an gutes Bier als heute. Das liegt daran, daß sich die Technik der Bierbrauerei ganz gewaltig verbessert hat, dank den hervorragenden Arbeiten, die die chemischen und physiologischen Vorgänge bei der Bierbereitung erklärten. Durch die fast allgemein erfolgte Einführung der Untergährung, durch Anwendung der schon erwähnten Reinzuchthefe hat man es weit mehr in der Hand wie früher, ein helles, gleichmäßiges und haltbares Bier darzustellen. Vorzugsweise sind es auch hier die Lehr- und Versuchsbrauereien in Berlin, München und Hohenheim gewesen, die nach dem Vorgange Hansens die Fortschritte der bakteriologischen und mykologischen Forschung in die Praxis des Bierbrauers verpflanzt und dadurch diesem Gewerbe eine so außerordentliche wirthschaftliche Bedeutung aufgeprägt haben.[47])

ner, Handbuch der Stärkefabrikation (2. Aufl. Weimar 1884); Rehwald, Stärkefabrikation (2. Aufl. 1885). — Ferner Soxhlet, Reform und Zukunft der Stärkezuckerfabrikation (Sonderabdr. aus der Zeitschrift f. Spiritusindustrie, 1884 Nr. 11). — [47]) Literatur: Lintner, Lehrbuch der Bierbrauerei (Braunschweig 1878); Wagner, Handbuch der Bierbrauerei (6. Aufl. Weimar 1884); Faßbender, Mechanische Technologie der Bierbrauerei (Leipzig 1883—87, 3 Bde.; Suppl. 1892); Moritz und Morris, Handbuch der Brauwissenschaft. Deutsch von Windisch (Berlin 1893); Ehrich, E., Handbuch der Bierbrauerei. Auf Grundlage von Habich, Schule der Bierbrauerei (6. Aufl. Halle 1897); Windisch, K., Das chemische Laboratorium des Brauers (4. Aufl. Berlin 1898); Benninghoven, A., Die Brauereiindustrie Deutschlands und des Auslands (Berlin 1900) u. s. w.; Thausing, J. E. Die Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation (4. Aufl. Leipzig 1893.)

Welchen Werth die von den landwirthschaftlichen Gewerben der Landwirthschaft abgewonnenen Erzeugnisse haben, erweisen folgende Zahlen:[48])

Zuckerfabrikation	
14 Mill. Tonnen Zuckerrüben	252 Millionen Mark
Spiritusfabrikation	
20 Mill. Doppelcentner Kartoffeln	50 Millionen Mark
1 Mill. Doppelcentner Gerste	13 Millionen Mark
Kornbranntwein und Preßhefefabrikation	
2 Mill. Doppelcentner Körner	30 Millionen Mark
Stärkefabrikation	
20 Mill. Doppelcentner Kartoffeln	50 Millionen Mark
1 Million Doppelcentner Körner	10 Millionen Mark
Bierbrauerei	
18 Mill. Doppelcentner Gerste	325 Millionen Mark
20,2 Mill. Doppelcentner Hopfen	53 Millionen Mark
0,28 Mill. Doppelcentner Weizen	5 Millionen Mark
	Summa: 788 Millionen Mark.

Die gewerblichen Abfälle repräsentiren den Werth von 93,5 Millionen Mark.

* * *

Die Industrie der künstlichen Düngemittel ist eine Schöpfung des großen Liebig, der sich allein dadurch unvergängliche Verdienste erworben hat. Hatte früher in der Landwirthschaft unerhörter Raubbau stattgefunden, so ist durch die von Liebig aufgestellte Theorie, daß dem Acker das, was ihm genommen wird, auch wieder gegeben werden muß, der Mißwirthschaft Einhalt gethan worden. Eine Konsequenz dieser Lehre war die Errichtung all der zahlreichen Fabriken, die künstlichen Dünger für die Landwirthschaft herstellen.

Der älteste künstliche Dünger ist — wenn man vom Kalk absieht, der sich als Mergel (kohlensaurer Kalk) und in anderen Verbindungen vielfach in der Natur vorfindet und dessen bodenverbessernde Eigenschaft schon ziemlich frühe erkannt worden ist — das Superphosphat gewesen. Dieser Phosphorsäuredünger ist eine Erfindung Liebigs, welcher Knochen, die zum großen Theil aus phosphorsaurem Kalk bestehen, nach geeigneter Bearbeitung zu Dünger verwandte. Bald konnten aber bei dem gesteigerten Bedarfe an Phosphorsäuredünger nicht mehr genug Knochen aufgetrieben werden und man war gezwungen, sich nach Ersatz für dieselben umzusehen. Dieser fand sich bald in dem phosphorsauren Kalk, der an vielen Orten in

[48]) Die Zahlen entstammen dem „Amtlichen Katalog der Ausstellung des deutschen Reiches auf der Weltausstellung in Paris 1900". Bericht über Landwirthschaft und landwirthschaftliche Gewerbe von Max Maercker. —

der Natur vorkommt. Er führt meist den Namen Phosphorit und findet sich in für den Bereitungsprozeß geeignetster Qualität in Florida (Nordamerika). Es werden heute fast ausnahmslos nur noch solche Phosphorite verarbeitet.

Eine Verarbeitung ist aus folgendem Grunde nöthig: Der phosphorsaure Kalk, sowohl der den Knochen als auch der den Phosphoriten entstammende, kommt in einer Form vor, die derjenigen des Bodens entspricht, also in einer unlöslichen. Würde man dem Acker derartige Dünger geben, so käme derselbe bei der langsamen Arbeit der Ackerkrume erst sehr spät zur Wirkung, hätte demnach für den Landwirth überhaupt keinen Nutzen. Deshalb hat schon Liebig vorgeschlagen, den phosphorsäurehaltigen Dünger durch Behandeln mit Schwefelsäure in eine Form überzuführen, die die Phosphorsäure für Pflanzen direkt aufnahmefähig macht. Das geschieht heute in großem Maßstabe, und so hergestellten Dünger nennt man Superphosphat. Im Jahre 1899 wurden 700—800 Millionen Kilogramm Superphosphat von Deutschland producirt und verbraucht.

Ein anderer wichtiger Phosphorsäuredünger ist das sog. Thomasmehl, das seinen Ursprung einer ganz andern Absicht verdankt, als der, der Landwirthschaft einen Dünger zuzuführen. — Man hatte früher im Hüttenwesen phosphorhaltige Eisenerze nicht verwenden können, denn das aus solchen Erzen bereitete Eisen genügte in keiner Weise. Infolgedessen war man gezwungen, phosphorfreie Erze zu importiren, ein Umstand, der die Fabrikation des Eisens und Stahls sehr vertheuerte. Deshalb wurden jahrelange mühevolle Untersuchungen nicht gescheut, um auch heimische Erze, die fast stets phosphorhaltig sind, verwenden zu können. Diese schwierige Aufgabe ist im Jahre 1877 von den beiden Engländern Thomas und Gilchrist glücklich gelöst worden.

Bei der Fabrikation des Gußstahls wird der in jedem Roheisen enthaltene Kohlenstoff in der sog. Bessemerbirne verbrannt. Diese Bessemerbirne war früher, um ihr genügende Haltbarkeit zu geben, innen mit möglichst feuerfesten Steinen, die fast ganz aus Kieselsäure bestanden, ausgefüttert. Thomas und Gilchrist haben dies abgeändert, sie haben der Birne statt der kieselsäurereichen eine sehr kalkhaltige Ausfütterung gegeben. Damit wurde erreicht, daß der Phosphor, der bei der hohen, in der Birne herrschenden Temperatur zu Phosphorsäure verbrennt, sich mit dem Kalk zu phosphorsaurem Kalk verbindet, und so wurde völlig phosphorfreies Eisen gewonnen, damit die Aufgabe gelöst, auch heimische Erze in vollem Umfang auszubeuten. Aber noch einen anderen Vortheil hat dieses Fabrikationsverfahren mit sich gebracht: Eine Quelle phosphorsauren Kalkes. Da dieser in einer von den Pflanzen direkt assimilirbarer Form besteht, genügt es, die aus den Bessermerbirnen entfernte „Thomasschlacke" zu mahlen, damit sie als Thomasmehl in der Landwirthschaft Verwendung finden kann. Heute kommen ca. 900 Millionen Kilogramm Thomasmehl jährlich auf die Felder.

Früher spielte auch der Guano eine große Rolle, und zwar, weil er sowohl Phosphorsäure- als Stickstoffdünger ist. Guano findet sich vorzugsweise in Peru, wo in Folge der Trockenheit der Witterung die Seevögelexkremente seit Jahrtausenden sich erhalten haben und so einen werthvollen Düngestoff liefern. Die Bedeutung des Guanos tritt aber in Folge der Erschöpfung seiner Lager neuerdings sehr zurück. —

Unter den den Pflanzen unbedingt nöthigen Düngern hat Liebig auch das Kali genannt, indem er nachwies, daß eine Kartoffelernte jedem Hektar 100 kg, eine Rübenernte sogar 166 kg Kali entzieht. Aber die Quellen zum Ersatze dieses dem Boden genommenen Kalis waren damals noch sehr rar, da man größere Mengen nur so erhielt, daß man dem Boden das Kali entzog in dem einzigen darstellbaren Kalisalz, der Pottasche. Denn diese, die kohlensaures Kali ist, konnte nur so gewonnen werden, daß man Pflanzen verbrannte und die Asche in Töpfen auskochte. Pottasche selbst konnte schon darum als Dünger nicht in Betracht kommen, weil sie viel zu theuer war. Deshalb ist die Erschließung der großen Kalisalzlager in Staßfurt ein ganz ungeheuerer Gewinn für die Landwirthschaft gewesen.

In Staßfurt gab es eine ganze Reihe salziger Quellen, die seit Jahrhunderten versotten wurden. Dies gab den Anlaß, daß man direkt nach dem Ursprung dieser Salzquellen, also nach dem Steinsalzlager forschte. Dabei stieß man wohl auf eine Art Salz, aber es schmeckte bitter, und darum fanden diese „Abraumsalze“ weiter keine Verwendung. Erst als 1852—56 die chemische Untersuchung einzelner Schichten, welche man durchteufen mußte, um zum Steinsalz zu gelangen, die Anwesenheit von sehr viel Kali erwies, wurden der Landwirthschaft die Kaliquellen erschlossen. Seit dieser Zeit hat die Gewinnung und Darstellung der Staßfurter Abraumsalze sich immer mehr ausgedehnt und sie bilden in dem Bedarf der Landwirthschaft einen außerordentlich wichtigen Artikel. Zahlen, die die Menge des gewonnenen Kali angeben, liegen zur Zeit nicht vor, nur der Werth desselben; er beträgt ungefähr 30 Millionen Mark für das Jahr 1898. Die Staßfurter Salzlager haben auch zu interessanten Forschungen Anregung gegeben. Man hat mit ziemlicher Sicherheit berechnen können, daß dieselben über 30 000 Jahre alt und jedenfalls die Ueberreste eines ausgetrockneten Meeresarmes sind, der sich nach beginnendem Austrocknen noch öfter mit Meerwasser füllte.

Die Pflanze bedarf außer Phosphorsäure und Kali vor allem auch des Stickstoffs zum Aufbau des Pflanzeneiweißes. Man sollte meinen, daran können sie doch keinen Mangel leiden, da die Atmosphäre zu vier Fünftel aus Stickstoff besteht. Wenn der Pflanzenorganismus aber auch die Fähigkeit besitzt, die Kohlensäure der Luft zu ihrem Aufbau zu benutzen, zur Aufnahme des Stickstoffs hat er keine derartigen Funktionen. (Auf die Assimilation des Stickstoffs durch die Leguminosen kann hier nicht mehr eingegangen werden; alles weitere

findet sich S. 543). Deshalb ist man darauf angewiesen, sich andere Stickstoffquellen zu verschaffen, was neuerdings auch in reichstem Maße gelang.

Es kommen für die Düngung vorzugsweise Wasserstoff- und Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs in Betracht, also Ammoniaksalze und Salpeter. Erstere werden in reichstem Maße bei der Leuchtgasfabrikation (s. d.) und der für den hüttenmännischen Betrieb nothwendigen Entkokung der Steinkohlen gewonnen. Trotzdem hierbei sehr viel Ammoniak erhalten wird, wie sich das bei der großen Verbreitung der Leuchtgasindustrie denken läßt, reicht die heimische Produktion für die Landwirthschaft noch nicht aus. Es müssen daher noch sehr viele Ammonsalze vom Auslande bezogen werden. Die zweite Stickstoffquelle für die Landwirthschaft bildet der Salpeter. Da der lange bekannte Kalisalpeter, dessen Bedeutung für die Fabrikation des gewöhnlichen Schießpulvers schon gewürdigt wurde, für die landwirthschaftliche Verwerthung zu theuer wäre, hat man die Entdeckung des Natronsalpeters mit Freuden begrüßt. Letzterer findet sich an der Grenze zwischen Chile und Peru in Gegenden, in denen es nie regnet, in ungeheuren Mengen; den Namen Chilisalpeter führt er nach seinem Hauptfundort.

Insgesammt werden zur Zeit in Deutschland 116 Millionen Kilogramm Ammoniumsulfat und 513 Millionen Kilogramm Chilisalpeter von der Landwirthschaft konsumirt, doch sind diese Zahlen fortwährend im Steigen begriffen.[49]) — —

Die Fortschritte, die die Metallurgie im Laufe des neunzehnten Jahrhunderts gemacht hat, sind sehr bedeutend, wenn auch nicht verkannt werden darf, daß bereits im vorigen Jahrhundert das Hüttenwesen in Blüthe stand. So ist z. B. der Eisengewinnungsprozeß bereits im phlogistischen Zeitalter in seinen Prinzipien ähnlich wie der heutige. Um ihn und seine Fortschritte zu erklären, mögen zunächst einige allgemeine Thatsachen Erwähnung finden.

Es sind drei Sorten Eisen zu unterscheiden: Gußeisen mit 4 bis 5 Prozent Kohlenstoff, Stahl mit bedeutend weniger Kohlenstoff, jedoch mit mehr als Schmiedeeisen, das ungefähr ½ Prozent davon enthält. Um Gußeisen zu erhalten, ist der Kohlenstoff unbedingt nothwendig, da die Schmelzfähigkeit des Eisens ganz vom Gehalt an Kohlenstoff abhängt; es besitzt nämlich das

[49]) Literatur: Wagner, Die Düngerfabrikation u. Anleitung zur chemischen Untersuchung der Handelsdünger (Braunschweig 1877); Barth, Die künstlichen Düngemittel (Berlin 1893); Heinrich, Dünger und Düngen (das. 1894); Stutzer, Der Chilisalpeter, seine Bedeutung und Anwendung als Düngemittel (das. 1886); Wagner, Anleitung zu einer rationellen Düngung mit Phosphorsäure, insbesondere mit Superphosphat und Thomasschlacke (Darmstadt 1890); Maercker, Die Kalidüngung (2. Aufl. Berlin 1892); Schultz-Lupitz, Die Kalidüngung auf leichtem Boden (4. Aufl. das. 1890).

kohlenstoffreichste den niedrigsten Schmelzpunkt. Durch diese seine Eigenthümlichkeit erst ist das Eisen das brauchbarste Metall, das wir haben.

Die Abscheidung des Eisens aus den sauerstoffhaltigen Erzen, wie solche sich fast ausschließlich in der Natur vorfinden, geschieht durch Reduktion, also Sauerstoffentziehung, in hoher Temperatur mittelst Kohle; letztere verbindet sich mit dem Sauerstoff des Eisens zu Kohlendioxyd (Kohlensäure), welches durch den Kamin entweicht. Um die erforderliche hohe Temperatur zu erzeugen, bedient man sich seit jeher des Kohlenfeuers, in das mittelst eines Gebläses Luft eingeführt und somit starke Hitze erzeugt wird. In einem derartigen Schmiedefeuer stellten schon die Alten ihr Eisen und ihren Stahl her und, je nachdem sie den Reduktionsprozeß theilweise oder vollständig durchführen konnten, erhielten sie mehr oder minder gutes Eisen. Natürlich gehört eine ganz besondere Geschicklichkeit dazu, in einem derart unkontrollirbaren Feuer, wie das offene Schmiedefeuer es ist, gleichmäßig gute Waare herzustellen, zumal das Eisen als schwammige Masse herauskommt und erst mit dem Hammer bearbeitet werden mußte. Eben dieser Schwierigkeiten halber waren auch die Damascener und Toledaner Klingen hochberühmt: Die Arbeiter in Damaskus und Toledo waren besonders geschickt und wurden von guter alter Tradition noch unterstützt.

Seit Beginn des fünfzehnten Jahrhunderts ist ein Umschwung in der Eisenbearbeitung zu verzeichnen. Man hatte die Erfahrung gemacht, daß die Hitze des Feuers besser ausgenutzt werden könne, wenn man das Feuer einschlösse, also mit einem Schachte umgäbe. Mit dieser Erkenntniß war auch der Betrieb ein anderer geworden, da bei der jetzt schon ziemlich starken Hitze ein Eisen gewonnen wurde, das mit Kohlenstoff eine Verbindung eingegangen hatte und in flüssiger Masse, also als Gußeisen, aus dem Ofen herauslief. Der hierbei sich abspielende Prozeß ist folgender: Das Eisenoxyd wird durch ihm beigegebene Kohle zu Eisen reduzirt, und trifft dann an einer sehr heißen Stelle des „Hochofens“ mit soviel Kohle zusammen, daß es die Eigenschaft erhält, zu schmelzen. Würde diese geschmolzene Masse nun weiter hinabsickern, so würde sie an der Stelle, an der die Gebläseluft in den Ofen tritt, unbedingt wieder zu Eisenoxyd verbrennen. Dies geschieht jedoch nicht, da man hiergegen eine Vorsichtsmaßregel getroffen hat, die die sog. Schlacken bilden. Man beschickt nämlich den Ofen nicht nur mit Eisenerzen und Kohlen, sondern giebt auch noch einen Zuschlag aus Kalkstein und Thon. Ist das Eisen mit dem Kohlenstoff zusammengeschmolzen, so umgiebt es sich mit dem aus dem Zuschlag entstehenden Doppelsilikat, das seine Verbrennung in der heißen Gebläseluft verhindert. Nach dem Durchtreten durch diese Zone trennt sich das Eisen von seinen Begleiter, indem es infolge seiner Schwere nach unten sinkt, während die Schlacke obenaufschwimmt und leicht entfernt werden kann. — So war lange, ehe man wußte, warum man dem Eisen Zuschläge gab, deren Wirksamkeit gewürdigt. — Das ge-

wonnene Roheisen, das Gußeisen, enthält 4—5 Prozent Kohlenstoff, nach dessen Entfernung Stahl und Schmiedeeisen zu gewinnen ist. Damit ist das Roheisen die Grundlage der ganzen Eisenindustrie.

Schon im siebzehnten Jahrhundert florirte in England die Roheisengewinnung; weil jedoch Holzkohle zur Verwendung kam, schien die Gefahr nahe, daß durch Ausrottung der Wälder bald dem blühenden Industriezweige ein jähes Ende beschieden wäre. Deshalb sah man sich bei Zeiten nach Ersatz um und fand ihn auch in der Steinkohle. Die Steinkohle war aber ohne Weiteres nicht zu verwenden, denn sie hat die Neigung, bei einem gewissen Hitzegrade zusammenzuschmelzen; dies kommt davon her daß theerige Substanzen sich aus den Kohlen abscheiden. Würden also Eisenerze mit Steinkohlen direkt gemischt, so würden erstere bald miteinander verklebt sein, und an weitere Eisengewinnung wäre nicht mehr zu denken da die Gebläseluft bald gar nicht mehr durch den Ofen hindurch könnte. Daher kam man auf die Idee, die Steinkohlen zunächst zu „verkoken". Man bringt sie zu diesem Zwecke in Oefen, in denen sie in Folge Mangels an Luft nicht verbrennen können und erhitzt sie von außen; alle theerigen Substanzen scheiden hierbei aus, während die entkokten Kohlen, die Kokes, zurückbleiben; und sie lassen sich vortrefflich für den Hochofenprozeß benutzen. Seit 1700 hat der Kokesbetrieb in der hüttenmännischen Eisengewinnung sich eingebürgert und seitdem immer mehr vergrößert. Während Ende des siebzehnten Jahrhunderts in einem Holzkohlenhochofen 3000—4000 Kilogramm Eisen pro Tag hergestellt werden konnten, liefert ein großer, mit Kokes beschickter Hochofen heute bis 250 000 Kilogramm Eisen in gleicher Zeit.

Unterdeß hatte die Chemie unablässig daran gearbeitet, die Vorgänge im Hochofen selbst zu erklären. Je mehr man zu der Erkenntniß kam, daß die Anwesenheit von mehr oder weniger Kohlenstoff die Beschaffenheit des Eisens bedinge, umso größer wurden die Fortschritte, die schließlich aus der Eisenzeit in die Stahlzeit hinübergeführt haben. Die zu lösende Aufgabe ergab sich von selbst, nämlich: Roheisen auf die rationellste Art in Stahl und Schmiedeeisen überzuführen. Dabei traf man zunächst auf die Schwierigkeit, den Reduktionsprozeß des Roheisens bis zur Bildung von Stahl durchzuführen; zu derjenigen von Schmiedeeisen entkohlt man eben das Roheisen vollständig, aber den Punkt zu treffen, wo das Eisen nicht zu viel und nicht zu wenig Kohlenstoff enthält, um brauchbarer Stahl zu sein, ist äußerst schwierig.

Zuerst brach mit der alten Arbeitsweise, Schmiedeeisen aus Roheisen mit Hülfe des Schmiedefeuers und Hammers darzustellen, im Jahre 1784 Cort, ein Engländer. Er erfand den sog. Puddelprozeß, nach dem das Roheisen in einen horizontalliegenden Ofen gebracht wird, der eine Vorrichtung besitzt, daß die heißen Flammen eines Kohlenfeuers über das geschmolzene Roheisen hinüberstreichen und fast sämmtlichen Kohlenstoff verbrennen können. — Im Puddelofen wurde bald so viel Schmiedeeisen gewonnen, daß die


Digitized by Google

bisher übliche Bearbeitung mit der Hand oder mittelst eines mit einem Wasserrade betriebenen großen Hammers nicht mehr ausreichte. Cort ersann dafür das mechanische Walzverfahren, das noch heute im Gebrauche ist. Aber trotzdem dieser geniale Mann so enormes für die Industrie geleistet hatte, trug er dennoch nicht den Lohn seiner Arbeit davon: Wie so viele andere große Erfinder starb auch er in Armuth und Elend; sein ganzes Vermögen war der Wissenschaft zum Opfer gefallen. —

Roh- und Schmiedeeisen konnte man also herstellen, nicht so aber den Stahl, dessen Herstellung im Puddelofen auch nicht möglich war. Schon vor Erfindung des Puddelprozesses, etwa Anfang des achtzehnten Jahrhunderts, hat man in Frankreich sog. Cementstahl hergestellt. (Man stellte nach dem Vorschlage R é a u m u r s schmiedeeiserne Stäbe in feuerfeste Kästen und füllte die Zwischenräume mit Holzkohlenpulver aus; dadurch, daß diese Kästen 6—8 Tage einem Flammenofen ausgesetzt wurden, ging der Kohlenstoff langsam in das Schmiedeeisen über und es bildete sich Stahl.) Derselbe war aber in Folge seiner Fabrikationsmethode sehr ungleichmäßig zusammengesetzt und mußte nachher noch tüchtig unter dem Hammer bearbeitet werden. Erst H u n t s m a n n, ein englischer Uhrmacher, stellte (1750) einen vortrefflichen Stahl (zunächst für seine Uhrfedern) dar, indem er die ganze Masse noch einmal im schärfsten Feuer umschmolz.

Da zur Herstellung dieses „Gußstahls" sehr viele Operationen nöthig sind, war sein Preis auch ein dementsprechend hoher und durch die Erfindung immerhin noch nicht die Aufgabe gelöst, Stahl für a l l e nutzbaren Zwecke, also möglichst billig, zu fabriziren. Das hat erst B e s s e m e r im Jahre 1856 gelehrt. Er hat ein mit feuerfesten Steinen ausgefüttertes birnenförmiges Gefäß konstruirt, das in seinem Boden mit einer Reihe von Düsen versehen ist. Brachte er in die auf die Seite geneigte Bessemerbirne das geschmolzene Roheisen und ließ durch die Düsen Luft eintreten, so verbrannte in ganz kurzer Zeit sämmtlicher Kohlenstoff. Das erhaltene, noch geschmolzene Eisen wäre natürlich werthlos gewesen, wenn Bessemer nicht wieder so viel Roheisen hinzugefügt hätte, daß die Masse die dem Stahl entsprechende Kohlenstoffmenge erhielt. Man dachte auch noch an eine andere Art der Stahlbereitung: Wenn es gelänge, Schmiedeeisen, das ungefähr ½ Prozent Kohlenstoff enthält, und Gußeisen mit 4 bis 5 Prozent Kohlenstoff in passendem Verhältniß zusammenzuschmelzen, so wäre Stahl zu erhalten. Die Ausführung dieses Verfahrens begegnete aber so bedeutenden Schwierigkeiten, da das Schmiedeeisen in jedem Ofenfeuer umschmelzbar ist, daß lohnende Herstellung dieses sog. Flußstahls, auch Martinstahl nach seinem ersten Fabrikanten, einem Franzosen Namens M a r t i n, genannt, erst seit 1885 möglich wurde, da S i e m e n s die heute gebräuchlichen Regeneratorgasöfen konstruirt hatte. Der Uebersichtlichkeit halber sei ihr Prinzip hier kurz beschrieben: Schichtet man Brennmaterial hoch auf und zündet die Masse von unten an, so erhält der Kohlenstoff nicht ge-





nügend Luft zum Verbrennen, es bildet sich statt Kohlendioxyd nur Kohlenoxyd zusammen mit anderen brennbaren Gasen. Verbrennt man die aus einem solchen „Generator" kommenden Gase mit Luft, so erhält man eine viel größere Hitze als bei direkter Verbrennung. Aber auch diese Hitze läßt sich noch sehr erhöhen im „Regenerator". Während man früher das verbrannte glühende Gas in den Kamin entweichen ließ, führt man es jetzt durch eine Reihe von Kammern, die in Art eines Gitters mit feuerfesten Steinen ausgesetzt sind. An diese giebt das glühende Gas seine Hitze ab und entweicht dann erst in den Kamin. Wenn nun in eine solche glühende Kammer das aus dem Generator strömende noch unverbrannte Gas geführt wird, so wird es bedeutend heißer und gelangt nun erst in den Flammenofen, wo es die zum Verbrennen nöthige, vorher ebenso erhitzte Luft antrifft. Durch Schieber lassen sich die Regeneratorkammern aus- und einschalten, sodaß sie abwechselnd erhitzt werden und ihre Hitze abgeben können. —

Ein vollkommen zufriedenstellendes Zusammenschmelzen von Gußeisen und Schmiedeeisen gelingt aber auch in diesen heißen Temperaturen kaum, und es ist erst Siemens die Herstellung des Flußstahls zu danken, nachdem er, durch theoretische Betrachtungen über die Natur der Flamme veranlaßt, zu dem Resultate gekommen war, daß die Hitze im Ofen erst dann ordentlich ausgenutzt werden könne, wenn sie in Form einer riesigen Zunge in den Flammöfen brenne. Der Erfolg seiner Ueberlegungen war ein so überraschender, daß heute die besten feuerfesten Steine diese außerordentliche Hitze kaum ertragen können und Flußstahl verhältnißmäßig leicht hergestellt werden kann.

Wie die Gewinnung des Eisens besteht auch die der anderen Metalle, wie Kupfer, Blei, Nickel u. s. w. fast lediglich aus der Reduktion der Sauerstoffverbindungen der betreffenden Metalle mittelst Kohle. Und ebenso wie Eisen sind auch die übrigen Metalle schon in früheren Jahrhunderten auf die angegebene Weise gewonnen worden; es erübrigt daher ihre nähere Besprechung an dieser Stelle. Nur ein Metall macht eine Ausnahme, das Aluminium, und auf dieses werden wir im nächsten Abschnitt zu sprechen kommen. — Erwähnenswerth ist noch eine Entdeckung, die ermöglicht, auch die Reduktion von solchen Metalloxyden auszuführen, bei denen sie bis jetzt fast vergebens angestrebt war. Dies Verfahren veröffentlichte Dr. Hans Goldschmidt in Essen im Jahre 1898.[50]) — Es basirt auf folgender Grundlage: Das Aluminium entwickelt beim Verbrennen eine ganz außerordentliche Hitze (7140 Wärmeeinheiten). Benutzt man diese Hitze, mischt man also Metalloxyde, Kohle und Aluminium innig und steckt das ganze mittelst einer Zündkirsche (Dieselbe besteht aus Baryumsuperoxyd, Aluminiumpulver und einem Stückchen Magnesiumband, das sich mittelst Streichholzes anstecken läßt) in Brand, so tritt die Reaktion unter großer Wärmeentwicklung (3000°)

[50]) A. 301, 19. —



ein, und die Metalloxyde werden in ganz kurzer Zeit zu reinstem Metall reduzirt, das sich als Regulus auf dem Boden des zur Operation benutzten Gefäßes vorfindet. So hat Goldschmidt Mangan und Chrom in vorher ungekannter Güte dargestellt. — Aber auch technisch läßt sich diese Methode, da sie außerordentliche Hitze innerhalb eines engbegrenzten Raumes liefert, verwerthen; sie hat besonders große Zukunft als Schweißmittel.[51])

* * *

Wie schon im Abschnitte von der physikalischen Chemie erörtert, ist die erste elektrochemische Leistung die Zersetzung des Wassers[52]) durch Ritter im Jahre 1800 gewesen. Als nun 1808 Davy Kalium und Natrium aus ihren Basen (Base = Sauerstoffverbindung eines Metalls) isolirt hatte,[53]) erhob sich ein allgemeiner Jubel, und die Zeit schien gekommen, alle Metalle auf solchem bequemen Wege darstellen zu können. Wirklich gelang es auch, eine Reihe von Metallen aus ihren Lösungen abzuscheiden, aber nach und nach kam man doch zu der Ansicht, daß die Wirkung der galvanischen Ströme gewaltig überschätzt sei; man verfiel nun in das entgegengesetzte Extrem, und traute der elektrischen Energie in dieser Beziehung gar nichts mehr zu, man ließ die angeregten Versuche fallen. Eine ganze Reihe von Jahren dauerte es, bis diese Versuche der Vergessenheit wieder entrissen wurden und der Erfolg war, daß einige seltene Metalle abgeschieden und Aluminium und Magnesium auf elektrischem Wege dargestellt werden konnten (Becquerel und Woehler); in der Folge wurden die Methoden durch Bunsen verbessert und eine ganze Anzahl Metalle (alkalische Erden u. s. w.) mitelst Elektrolyse isolirt. Das Verfahren, das Bunsen zur Gewinnung dieser Metalle einführte, hat heute größere Wichtigkeit als je erlangt; es besteht in der Zersetzung der geschmolzenen Chloride durch den elektrischen Strom, wobei das abgeschiedene Metall sich am elektronegativen Pol sammelt, das am elektropositiven Pol sich entwickelnde Chlor mittelst eines Porzellanrohres abgeführt wird. — Schon ziemlich früh, als man sich mit der Anwendung elektrischer Ströme beschäftigte, hatte man die hierbei entstehende Wärmeentwick-

Ritter, Johann Wilhelm, (1776—1810), Dr. med., erst Pharmazeut, später als ord. Mitglied der bayr. Akademie nach München berufen. — R. hat trotz seines kurzen Lebens eine außerordentliche große Anzahl Schriften, vorzugsweise über die Anwendung galvanischer Ströme, hinterlassen.

[51]) Literatur: Percy, Metallurgie (deutsch von Knapp, Wedding und Rammelsberg, Braunschweig 1862—88, 4 Bde. u. 2 Suppl.); Kerl, Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde (2. Aufl. Leipzig 1861—65, 4 Bde.); Frantz u. Dannenberg, Hüttenmännisches Wörterbuch (das. 1882) u. s. w. Zum Goldschmidt'schen Verfahren Minet, L'Aluminium, Bd. 2 (Paris 1898). — [52]) Galvanische Versuche über die chemische Natur des Wassers (Crells Ann. 1801). — [53]) Ph. T. 1808, S. 1.



lung bemerkt, und zahlreich sind bereits die Versuche, mittelst des Voltabogens Schmelz- und Verbrennungsprozesse auszuführen. Daß aber in die Technik derartige Versuche lange Zeit nicht eingeführt wurden, liegt daran, daß Voltasche Säulen und galvanische Ketten lange nicht genug elektrische Energie lieferten, um einen derartigen technischen Prozeß durchzuführen. Dazu gehören ganz andere elektrische Kräfte, die uns endlich nach langem, mühevollem Suchen im Jahre 1866 durch Werner Siemens in der Dynamomaschine gegeben sind.

Vor allen anderen gelangte ein Zweig der elektrischen Industrie schon früh zur Anwendung und zu gewisser Vollkommenheit, der sich später ungeahnt entwickelte: Die Galvanoplastik. Ihre Entdeckung verdankt sie Jacobi (1839),[54]) der auf einer Beobachtung de la Rive's (1836) fußte und fand, daß Kupfer, das sich auf einen Daniellschen Becher niedergeschlagen hatte, ablösbar sei und einen mikroskopisch genauen Abdruck des Bechers liefere. Daraus entstand bald die andere Kunst, die Galvanostegie, durch die unedle Metalle, die wenig Widerstandsfähigkeit gegen atmosphärische Einflüsse zeigen, mit Edelmetall auf dem Wege der Elektrolyse überzogen werden, und dadurch schöneres Aussehen und größere Haltbarkeit erlangen. Die erste Fabrik dieser Art ist in England 1840 errichtet und besteht bis auf den heutigen Tag. — Bezogen bis dahin Galvanoplastik und Galvanostegie ihre Elektricität aus galvanischen Batterien, so hat nachher die Dynamomaschine auch in diese Anstalten ihren siegreichen Einzug gehalten und die alten elektrischen Kraftquellen mehr und mehr verdrängt. Die Dynamomaschine hat die eigentliche elektrische Industrie überhaupt erst in unseren Tagen ins Leben gerufen; denn nur mit ihrer Hülfe ist es möglich gewesen, Prozesse auszuführen, wie sie gegenwärtig stattfinden.

Zwei Arten des elektrochemischen Betriebes sind zu unterscheiden: Die rein chemische und die elektrolytische.

Bei der Verwendung des elektrischen Stromes, den die Dynamomaschine erzeugt, zu rein chemischen Operationen ist es gelungen, mittelst des elektrischen Flammenbogens Temperaturen von ca. 4000° zu erzeugen. Bei solcher außerordentlichen Hitze lassen sich alle Metalloxyde mittelst Kohle reduziren, und ist es erst zum großen Theile auf diesem Wege möglich gewesen, wirklich reine Metalle zu erhalten. — Außer den Metalloxyden wird auch der Phosphor heute durch

de la Rive, Auguste Arthur, (1801—1873) Professor der Physik an der Akademie in Genf. — Schriften: Sur un procédé électrochimique, ayant pour objet de dorer l'argent et le laiton (Ann. chim. phys. 73 und 75) von de la Rive. Er erhielt dafür 1841 von der Pariser Akademie einen Preis von 3000 Fr.

[54]) Philos. Mag. 15, 161.

Reduktion aus seinen Salzen mittelst geeigneter Zusätze in großen Mengen also dargestellt. Aber noch einen andern Erfolg hat Moissan durch Anwendung dieser großen Wärmeenergie erreicht: Es ist ihm gelungen, aus amorpher Kohle den Diamant, die kristallisirte Modifikation des Kohlenstoffs, künstlich darzustellen.

Eine weitere Entdeckung von außerordentlichem Werth hat man bei den Versuchen, Metalloxyde zu reduziren, gemacht, nämlich daß sich unter gewissen Umständen Legirungen von Metall und Kohlenstoff bilden. Ganz abgesehen davon, daß diese Legirungen für die Metallurgie von hohem Werthe sind, da durch die Anwesenheit von mehr oder weniger Kohlenstoff in den Metallen ihre Härte und Schwerschmelzbarkeit bedingt sind, gelangen diese sog. Metallkarbide durch einen ihrer Repräsentanten zu außerordentlicher und stetig wachsender Wichtigkeit.

Der andere größere Prozeß der Anwendung elektrischer Ströme in der Technik ist der der Elektrolyse; sie findet in zwei Arten Verwendung, in der Analyse und in der Fabrikation. Bildet die elektrische Analyse schon längere Zeit eine sichere Handhabe in der Bestimmung einzelner Metalle, so ist dies bei der fabrikmäßigen elektrolytischen Metallgewinnung noch nicht durchgängig der Fall. Die Technik stößt hier auf viele Hindernisse, zunächst auf die Schwierigkeit der Aufbereitung der Erze; denn die elektrolytische Arbeit erfordert große Reinheit des Elektrolyten, dazu ist die elektrische Kraft zumeist heute noch sehr theuer. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß sich diese Hindernisse mit der Zeit werden beseitigen lassen.

Elektrolytisch werden bis jetzt Aluminium, Magnesium, Kalium und Natrium aus ihren Salzen, in den Grundzügen nach Bunsens Angaben dargestellt und zwar, wie die Produktion zeigt, mit großem Erfolg. (Die Produktion von Aluminium ist von 3000 kg im Jahre 1880 auf 6 500 000 kg im Jahre 1898 gestiegen.) Auf den technischen Prozeß kann hier nicht eingegangen werden, es sei nur erwähnt, daß die Hauptdarstellung der Alkalimetalle (Kalium und Natrium) heute aus ihren Chlorverbindungen bewerkstelligt wird, wobei hervorragend reines Chlor gewonnen und meist auf Chlorkalk verarbeitet wird.

Einen besonderen Erfolg hat die Metallurgie bei Anwendung der elektrischen Energie zur Metallraffination zu verzeichnen. Diese besteht darin, daß das in Platten gegossene Rohmaterial in ein geeignetes Bad gehängt wird. In die Zwischenräume derartiger Platten hängt man in gewissen Abständen dünne Bleche desselben, aber ganz reinen Materials. Verbindet man nun die Rohplatten mit dem positiven, die Reinbleche mit dem negativen Pol, und schickt einen geeignet starken Strom (in Deutschland 20—30 Ampère) hindurch, so löst sich das Rohmaterial auf und schlägt das reine Metall in demselben Verhältniß auf der Kathode nieder, während die Verunreinigungen zu Boden sinken. Für die Darstellung des Kupfers, das die

Elektrotechnik in ausgedehntestem Maaße benutzt, ist diese Raffinationsmethode von größter Bedeutung geworden; heute wird wohl dreiviertel alles Kupfers elektrolytisch raffinirt. — Rein elektrolytisch arbeiten z. B. auch die Gold- und Silberscheideanstalten. Das in Platten gegossene Goldsilber dient als Anode, ein dünnes Feinblech von reinem Silber als Kathode, und eine sehr verdünnte Salpetersäure oder Kupfernitratlösung als Elektrolyt. Bei der Auflösung des Metallgemenges durch den elektrischen Strom schlägt sich das Silber auf dem Silberblech ab, während das Gold in Musselinsäcke fällt, die die Anode umhüllen. Für die Goldgewinnung in Transvaal ist das elektrolytische Verfahren ebenfalls von Wichtigkeit geworden. Man benutzt die bei Entgoldung der Erze erhaltene dünne Goldsalzlösung als Elektrolyt, Eisenplatten als Anoden und Bleischnitzel als Kathoden. Da sich das Gold auf den Bleischnitzeln niederschlägt, kann es durch Abtreiben des Bleies leicht gewonnen werden. —

Eine andere Industrie, die sich in den letzten zehn Jahren zu hoher Blüthe entwickelt hat, ist die, die sich mit der Herstellung von Aetzalkalien auf elektrolytischem Wege beschäftigt. Die erste elektrochemische Fabrik dieser Art besteht seit 1890 in Griesheim, zwei weitere in Frankfurt a. Main (Elektron, 1892 gegründet) und in Bitterfeld. Alle diese Fabriken arbeiten nach einem gemeinsamen Verfahren, das aber geheimgehalten wird; so einfach die Theorie ist, daß sich durch den elektrischen Strom die Chloralkalien in Chlor und Alkalimetalle, die durch Wasser zu Aetzalkalien gelöst werden, zerlegen lassen, so ist doch die Ausführung in der Praxis auf ganz bedeutende Schwierigkeiten gestoßen; erst durch Aufwand von viel Geist und Geld kam man zu den jetzt sehr günstigen Resultaten.

Erwähnung verdient noch ein Vorschlag, den ein Engländer namens Hermite gemacht hat. Er elektrolysirte Meerwasser und leitete dasselbe in die Häuser zwecks Desinfizirung der Kloaken, Klosetts u. s. w. Die Wirkung, die auf der Bildung unterchlorigsaurer Salze, die ja an und für sich desinfizirend wirken, aus dem Kochsalz des Meersalzes beruht, war jedoch keine so vollständige, wie Hermite annahm, da die Desinfektionsfähigkeit auf Bakterien überhaupt keine Wirkung ausübt; seine interessanten Versuche haben daher leider keine praktische Verwendung finden können.

Abgesehen von der Herstellung anderer Stoffe mittelst des elektrischen Stromes, wie die des Ozons, des Knallgases, der Ueberschwefelsäure, des Chromgelbs, Berliner Blaus u. s. w., ist die Elektrolyse für die organische Chemie von Wichtigkeit geworden, wenn sie auch erst in der allerletzten Zeit unseres Jahrhunderts praktische Vortheile gezeigt hat. Jedenfalls hat aber die organische Elektrochemie noch eine ganz bedeutende Zukunft, wenn auch die Bearbeitung dieses Gebietes eine äußerst schwierige ist.[55]) — —

* * *

[55]) Literatur: Ahrends, Handbuch d. Elektrochemie (Stuttgart 1896);

Wenn nun in Folgendem der Leser in das Gebiet der Theerfarbenindustrie[56]) hinübergeführt wird, so kann ein derartiges Beginnen eben immer nur ein Versuch bleiben. Dies Gebiet ist so groß und so mannigfaltig, daß eine Erklärung und Beschreibung der einzelnen Farbstoffe viel, viel Zeit und Raum in Anspruch nehmen würde. Längst ist die Zeit dahin, wo ein August Wilhelm Hofmann[57]) seinen Zuhörern die Entwicklung der Theerfarbenindustrie, von der Steinkohle bis zum Farbstoff, durch Wort und Versuch hat schildern können. Damals kannte man nur „Mauve" und „Magenta" (Perkins Violet und Rosanilin), in weiter Ferne lag noch alles Andere. Heute ist die Farbstoffwelt so groß, daß auch bei einer ausführlicheren Beschreibung nur Repräsentanten ganzer Gruppen zu Worte kommen könnten.

Von der Steinkohle zum Farbstoff — welch' kühner Uebergang! Kühn, bewundernswerth, ja, fast unbegreiflich! Wer hätte noch vor sechzig Jahren sich träumen lassen, daß einstens der Steinkohlentheer früher ein lästiges Abfallprodukt, die Grundmaterie bilde für Gegenstände der Kunst und des Gewerbes, für Hülfsstoffe des Bakteriologen, Physiologen und Arztes, für Ersatzmittel natürlicher Farben und Gerüche; wer kann die Theerabkömmlinge alle nennen und sagen wozu sie dienen? — Und kein Zweig der Technik trägt so mit Recht den Namen der deutschen, wie die Theerfarbenindustrie. Trotzdem sie mit vielen Widerwärtigkeiten zu kämpfen hatte: Entfernung des Rohmaterials und des Absatzgebietes, hohe Zollschranken u. s. w., ist sie siegreich geblieben und hat den Namen deutschen Geistes und deutschen Fleißes auf der ganzen Erde verbreitet.

Von der Steinkohle bis zum Farbstoff — versuchen wir den Weg an der Hand eines, ihres ersten, Repräsentanten zurückzulegen.

Wie allgemein bekannt, dient die Steinkohle als das Ausgangsmaterial für die Leuchtgasbereitung; bei diesem Prozeß, der in trockner Destillation der Kohlen in geschlossenen Gefäßen besteht, scheidet sich eine ganze Anzahl Stoffe ab, zunächst das flüchtigste, das Leuchtgas, dann das weniger flüchtige Ammoniak u. s. w., bis endlich der Theer, der aus einer großen Menge fester und flüchtiger Kohlenwasserstoffe besteht. Schon bevor das Gas zu Leuchtzwecken benutzt wurde, hat man für den hüttenmännischen Betrieb Kohlen „verkokt"; wie oben bereits berichtet. Auch wurden schon im vorigen Jahr-

Ostwald, Elektrochemie, ihre Geschichte und Lehre (Leipzig 1896); Borchers, Elektrometallurgie (2. Aufl. Braunschweig 1896); Lüpke, Grundzüge der Elektrochemie (2. Aufl. Berlin 1896). — [56]) Vergl. Nietzki, Chemie der organischen Farbstoffe (1889), Schultz, Chemie des Steinkohlentheers (1886—1890), Möhlaus Werk über Farbstoffe (1890) sowie die halbjährlichen Berichte von H. Erdmann über die Fortschritte der Farbenindustrie u. s. w. (in der „Chemischen Industrie" veröffentlicht). Ferner vergleiche den hervorragenden Aufsatz von Caro über die Entwickelung der Theerfarbenindustrie (Berl. Ber. 25 R. 955). — [57]) A. W. Hofmann, On Mauve and Magenta (Ch. N. 6 (1862), 90.



hundert die bei der Verkokung vorkommenden flüchtigen Produkte zu verdichten gesucht. Gensanne beschreibt solche Kokesöfen, die vor 1767 in Sulzbach bei Saarbrücken in Betrieb waren und eine Flüssigkeit liefern, die „mit rußender Flamme brenne und von den Bauern und Bergleuten für ihre Lampen benutzt werde". Unser Goethe scheint diesen Ofen gesehen zu haben. In „Wahrheit und Dichtung" erzählt er, daß er den alten Stauf fand, „ein Kohlenphilosoph — philosophus per ignem, wie man sonst sagte —", der ihm klagte, daß sich das Unternehmen nicht bezahle; denn, wie Goethe sagt, wollte man nicht nur Steinkohlen abschwefeln und zum Gebrauch bei Eisenwerken tauglich machen, sondern zu gleicher Zeit auch Oel und Harz zu Gute machen, ja sogar den Ruß nicht missen, und so unterlag den vielfachen Absichten alles zusammen. Die rechte Zeit war eben noch nicht gekommen.

August Wilhelm Hofmann ist, wenn auch nicht der Entdecker des Benzols an sich, so doch der Entdecker des Benzols im Steinkohlentheer gewesen; er stellte zuerst Benzol aus dem Steinkohlentheer dar. Woher man vor dieser Entdeckung zu der Annahme kam, daß im Theer Benzol vorkäme, ist nicht ersichtlich; Hofmann schreibt darüber: „Man findet vielfach in Abhandlungen und Lehrbücher angegeben, daß das Steinkohlentheeröl Benzol enthalte, allein es ist mir keine Untersuchung bekannt geworden, welche sich direkt mit dieser Frage beschäftigt hätte."[58]) Ganz unbewußt hat man Benzol schon dargestellt bei der Steinkohlendestillation, die in einer Fabrik in der Nähe von Manchester (1834) betrieben wurde; das gebildete Oel leitete man in starke Salpetersäure und erhielt so das Nitrobenzol.[59]) Auf diese Weise hat man damals noch unbewußt einen Körper dargestellt, der zehn Jahre später als Ausgangspunkt für das Anilin und damit für ungezählte Farbstoffe dienen sollte. Denn das Anilin[60]) ist die Muttersubstanz aller in der nächsten Zeit entdeckten Farbstoffe aus dem Steinkohlentheer.

William Harry Perkin darf das Verdienst für sich in Anspruch nehmen, auf dieser Grundlage den ersten Farbstoff entdeckt und in die Industrie eingeführt zu haben. Perkin war, ebenso wie sein späterer genialer Lehrmeister August Wilhelm Hofmann, Sohn eines Baumeisters. Es läßt sich daher denken, daß früh bei ihm der Hang zur Geltung kam, sich praktisch zu bethätigen; und kleine Arbeiten, wie Zeichnen und Konstruiren von Modellen und Maschinen, verriethen zeitig bei ihm Anlagen praktischen Blickes. Er wäre auch wahrscheinlich in die Laufbahn seines Vater hineingeraten, wenn er nicht mit zwölf Jahren beim Anblick chemischer Experimente sich derartig begeistert hätte, daß er beschloß, ein Chemiker zu werden. Fünf-

Perkin, William Henry, geb. 12. 3. 1838 in London. Seine Hauptschriften finden sich in den Chem. Soc. (London.)

58) A. 55, 200. — 59) Vergl. Mitscherlich, P. 31, 365. — 60) G. Schultz, Chemie des Steinkohlentheers (2. Aufl. Braunschweig 1886—90.)

zehn Jahre alt, trat er als Student in das Royal College of Chemistry ein; Hofmann wirkte dort in der Art seines Lehrmeisters Liebig; ein zweites Gießener Laboratorium hatte er in London gegründet. Kein Wunder daher, daß von nah und fern Wissensdurstige kamen. — Bald wurde Perkin Hofmanns Assistent; und während er tagsüber seinem Lehrmeister treu zur Seite stand und ihm in seinen schwierigen Arbeiten nach bestem Können half, setzte er seine Beschäftigung Abends zu Hause in einem mit wenig Mitteln nothdürftig eingerichteten Laboratorium fort. Es galt ihm die Erforschung und synthetische Herstellung des Chinins; einmal, als er das Reaktionsverhältniß von chromsaurem Kali mit Anilinsulfat prüfte, erhielt er einen dicken schwarzen Niederschlag. Das war in den Osterferien 1856.

Solche Farbreaktionen waren auch zu damaliger Zeit schon vielfach beobachtet worden. Aber die herrschende Arbeitsweise war, daß sich der Experimentator ein bestimmtes Ziel setzte, das allein er im Auge behielt, auch wenn, wie Hofmann schreibt,[61]) „bei seinen Versuchen die wunderbarsten Farbenreaktionen vor ihm aufblitzten". Erst in später Zeit folgte man den Worten Kekulés: „Der Forscher muß den Pfaden der Pfadfinder folgen; auf jede Fußspur, auf jeden geknickten Zweig, auf jedes gefallene Blatt, muß er achten".[62])

Aber Perkin dachte damals schon wie Kekulé. Andere hätten, wenn sie farbloses Chinin suchten und einen schwarzen Niederschlag erhielten, denselben fortgeworfen; nicht so unser Forscher; er löste seinen Niederschlag in Alkohol auf und erhielt eine schöne violette Lösung. Und da in ihm auch der Geist des praktischen Erfinders lebte, prüfte er seine Lösung, ob sie auch färben und brauchbar färben würde. — Wir können heute eigentlich nicht mehr verstehen, welch großen Schritt dieser erste Färbeversuch zu damaliger Zeit bedeutete; heute wird in den großen Laboratorien unserer Farbstofffabriken direkt darauf hingearbeitet, neue färbende Zusammenstellungen zu erhalten; das war damals nicht der Fall, da die Natur noch ausschließlich das Recht hatte, uns Farben zu liefern. Anders zu denken und da noch zu handeln, dazu gehörte ein großer Geist, ein großer Geist an rechtem Ort und zu rechter Zeit. Und das kam Alles zusammen. Färbereipraxis, Markt und Mode waren durch andere, zum Theil fehlgeschlagene Versuche auf eine Entdeckung von dieser Tragweite vorbereitet; kein Wunder also, daß sie Anklang fand. — Mit Unterstützung seines Vaters und Bruders beginnt Perkin 1857 den Bau der ersten Theerfarbstofffabrik der Welt, und ihm wurde glänzender Erfolg zu Theil. Es lohnte sich die Vereinigung von theoretischem Wissen, praktischem Können und ernstem Wollen, die wir in Perkin vereinigt finden. Der von ihm erfundene Farbstoff ist das Mauveïn (Rosolan).[63]) — Perkin blieb mit seinem ersten

[61]) Hofmann, Antwort auf den Festgruß deutscher Farbstofffabrikanten, 7. Juni 1890. — [62]) Kekulé (Benzolfeier), B. 23, 1309. — [63]) Perkin, Proc. Roy. Soc. 13, 170; Soc. 35, 717.

künstlichen Farbstoff nicht lange allein; bald erschien noch ein Anderer auf dem Plan. Sein Erfolg war momentan weit größer als der des Perkin'schen; das Anilinroth, das Fuchsin, wurde erfunden. Das war eigentlich keine neue Entdeckung. Schon 1856 von Natanson[64]) und zwei Jahre später von Hofmann[65]) beobachtet, hat es keine praktische Verwendung gefunden, bis es Emanuel Verguin, Professor am Collège de Lyon, gelang, beim Erhitzen des toluidinhaltigen Handelsanilins mittelst des alten Spiritus Libavii (Zinntetrochlorid) die erste Farbstoffschmelze darzustellen. Die Seidenfärber Renard frères nahmen diese Erfindung in die Hand und ließen sie 1859 als „Fuchsin" sich patentiren.

Der neue Farbstoff machte ungeheures Aufsehen; die Mode bemächtigt sich seiner, Jeder, vor allem die Damenwelt, will ihn haben, ohne sich Sorge darüber zu machen, daß er nicht farbecht ist. Die bequeme Art seiner Herstellung, die vielen verschiedenen Arten dazu, verlocken auch den nüchternsten Geist zu Versuchen; Jeder erfindet, Alles giebt Roth, Alles wird patentirt. Eine Art Goldfieber hat um sich gegriffen, — da tritt die Reaktion ein, der zerstörende Streit.

Nachdem in England die heftigsten Feindseligkeiten um das Fuchsinmonopol geherrscht haben, erlischt es nach fünf Jahren endgiltig; nicht die englische, die abwartende deutsche Industrie hat den Kampfpreis durch Herstellung eines guten, weitaus billigeren Produktes errungen und den englischen Markt erobert. Aber diese Patentstreitigkeiten waren von großem Nutzen für die Farbstoffindustrie; denn Jeder der zahlreichen Interessenten suchte zu retten, was noch zu retten war; Alles, was bei der Hand ist, kocht man mit Anilin, das jetzt schon massenweise hergestellt wird, — schließlich den Farbstoff selbst. Brauchbares und Unbrauchbares wird dabei zu Tage gefördert — Manches von epochemachender Wichtigkeit. So entdeckte Girard und de Laire das Anilinblau (1860), und später, als Mitarbeiter von Renard in Lyon, eine Reihe violetter und blauer Farbstoffe, die lichtechter und säurebeständiger sind als das Fuchsin. Auch aus der Rosolsäure stellt man Farbstoff her, so das Paeoninroth, und durch Kochen dieses mit Anilin, das blaue Azulin. Werden diese Farbstoffe durch Patente geschützt, so unterläßt man es mit ihrer Muttersubstanz, der Rosolsäure, und giebt dadurch die Bahn frei für weitere werthvolle Entdeckungen. Da man zur Darstellung der Rosolsäure Karbolsäure verwendet,[66]) so muß man letztere reiner darstellen wie bisher, was zur Folge hat, daß die Karbolsäure in der

Girard, Charles, geb. 1837 in Paris, Assistent bei Pelouze, später Mitarbeiter von Hofmann, Berthelot und Wurtz. Seit 1878 Direktor des städt. Laboratoriums zu Paris.

de Laire, Georges, geb. 1836, arbeitete bei Pelouze, später mit Girard zusammen.

[64]) Natanson, A. 98, 297. — [65]) Hofmann, Proc. Roy. Soc. 9, 284. — [66]) Kolbe u. Schmidt, A. 119, 169.

Antiseptik Verwendung finden kann.[67]) So geht Alles Hand in Hand, Schlag auf Schlag.

Doch zurück zum Fuchsin. Da letzteres, nachdem die ersten Fuchsinpatente zu Fall gekommen waren, mittelst Arsensäure hergestellt wurde, war es nöthig, den Giftstoff aus der Farbe zu entfernen. Man begann eine rationelle Trennung der Bestandtheile und erhielt zunächst kristallisirtes Fuchsin; aus diesem stellte Nicholson Hofmanns Rosanilin und Hofmanns Chrysanilin, den ersten gelben basischen Anilinfarbstoff, her.

Da nahte die Pariser Weltausstellung von 1862. Zum ersten Male konnte das erstaunte Auge einen Blick auf die Wunder werfen, die in allen Farben den Ruhm ihrer Erfinder priesen. Der Eindruck war gewaltig; u. A. hat die Fabrik von Perkin and Sons einen metallglänzenden Block reinsten Farbstoffes geschickt, der ausreichte, Calicoe von der Ausdehnung von über 100 englischen Meilen zu bedrucken. Die Firma, bei der Nicholson betheiligt ist (Simpson, Maule and Nicholson) hatte eine „Magenta-crown", eine Krone aus reinen Kristallen essigsauren Rosanilins im Werthe von 200 000 Francs ausgestellt u. s. w. — Das bedeutungsvollste in diesem Jahre aber war die erste Arbeit Hofmanns über das Anilinroth,[68]) die kurz vor Eröffnung der Weltausstellung erschien. Sie, wie andere, im nächsten Jahre erschienene Arbeiten über das Chrysanilin bringen endlich Licht in die verworrene Literatur des Fuchsins. Auf diese Grundlage gestützt, entdeckt Hofmann auf theoretischem Wege das Jodviolette und das Jodgrün, den ersten künstlichen grünen Farbstoff. Ihnen erwachsen in schneller Reihenfolge andere, wichtige Nachfolger und Konkurrenten. —

Bis zum Jahre 1868 konnte man ausschließlich von einer Anilinfarbstoffindustrie reden. Alle bis dahin hergestellten Farbstoffe hatten als Base das Anilin, waren blau oder roth, grün oder gelb, je nachdem man die Base so oder so behandelte. Herrschte auch noch Dunkel in den Strukturverhältnissen der Farbstoffe (die Struktur keines einzigen war mit Sicherheit bekannt), so dämmerte doch schon das Morgenroth einer neuen Zeit: Adolf Baeyer und seine Schule waren in das Gebiet des Farbstoffs

Nicholson, Edward Chambers, geb. 1827 zu Lincoln, einer d. ältesten Schüler Hofmanns, gründete 1853 eine Fabrik reiner Chemikalien (mit Simpson und Maule) in Locksfield, aus welcher eine Farbenfabrik hervorging. Gest. 23. 10. 1890. — Vergl. Journ. Soc. Chem. Ind. 1890, 1023.

Baeyer, Adolf, später von B., geb. 31. 10. 1835 in Berlin, studirte dort, in Heidelberg und Genf Physik und Chemie, habilitirte sich 1860 in Berlin, 1866 außerordentlicher Professor an der Berliner Gewerbeakademie, 1875 o. Professor in Straßburg, seit 1875 als Nachfolger Liebig's in München. — Schriften: Kreislauf des Kohlenstoffs in der Natur (Berlin 1872); Die chemische Synthese (München 1878). Die meisten seiner Abhandlungen finden sich in den Bericht d. deutsch. chem.

[67]) Calvert, Ch. N. **16**, 297. — [68]) Hofmann, Proc. Roy. Soc. **12**, 2. —



eingetreten. Bevor aber Adolf Baeyer und seine Nachfolger ihre segensreiche Thätigkeit entfalten konnten, mußte ein Anderer sie auf die Bahn der Erkenntnis weisen: Das war August Kekulé (1865).[69]) Diesem großen Geiste verdanken wir die Aufklärung über die Theorie der Farbstoffbildung und damit noch mehr: Die wissenschafliche Bearbeitung des Farbstoffgebietes. Die klare Deutung der vorher räthselhaften Erscheinungen ließ ahnen, welch enormes Arbeitsfeld hier noch zu bewältigen war. August Kekulé ist, wie schon früher betont, ein Deutscher gewesen. Wäre es nicht der Fall, wer könnte sagen, ob dann ihm in Deutschland die ersten wissenschaftlichen Nachfolger erstanden wären? Dadurch aber, daß es so war, hat Deutschland den großen Vorsprung vor allen anderen Ländern errungen, einen Vorsprung, der jetzt überhaupt nicht mehr einzuholen ist.

Doch kehren wir zurück an den Ausgang der sechziger Jahre. Adolf Baeyer lehrte damals in Berlin an der Gewerbeakademie (der späteren technischen Hochschule). Er war der erste Schüler Kekulés und wandelte ganz in den Fußtapfen seines großen Meisters: seine berühmten Untersuchungen über die Gruppe des Indigoblaus hatte er schon so begonnen.

Carl Graebe und Carl Liebermann arbeiteten damals im Laboratorium Baeyers, Ersterer als Assistent, Letzterer als Schüler des Meisters. Ihren gemeinsamen, ganz von theoretischem Geiste durchdrungenen Untersuchungen war es vorbehalten, den ersten Farbstoff aus dem Steinkohlentheer darzustellen, der sich nicht vom Anilin ableiten ließ: das Anilin[70]) (1868). Zugleich damit war der Schritt gemacht, einen Naturfarbstoff durch einen künstlichen zu ersetzen.

Durch die neuen Anilinfarben waren der Farbenindustrie Farbstoffe zugängig gemacht, die durch ihre Pracht grenzenloseste Bewunderung hervorriefen; sie waren aber etwas ganz neues, etwas, das man vorher überhaupt noch nicht kannte. Anders das Alizarin. Der Alizarinfarbstoff kommt in der Natur vor in der Wurzel des Krapp und wurde bis 1869 ausschließlich daraus gewonnen; jetzt begann der künstliche Farbstoff einen Vernichtungskrieg gegen den

Ges. und in Liebigs Ann. d. Chem. Hervorragende Bethätigung auf dem Gebiete der Kakodylgruppe, des Harnstoffs und der Harnsäure, der Phtaleïne u. s. w. B. führte die Benutzung des Zinkstaubs als Reduktionsmittel ein, worauf die Alizarinsynthese (Graebe-Liebermann) basirt. Seine wichtigste Arbeit ist die Synthese des Indigo.

Graebe, Carl, geb. 1841 in Frankfurt a. M., 1870 o. Professor in Königsberg, seit 1878 in Genf. Die meisten seiner Schriften finden sich in den Ber. d. deutsch. chem. Ges. und in Liebigs Ann. d. Chem.

Liebermann, Carl Theodor, geb. 1842 in Berlin, 1873 Professor an der Gewerbeakademie, 1879 an der Universität in Berlin. — Schriften in Ber. d. deutsch. chem. Ges. und in Liebigs Ann. d. Chem.

[69]) Bl. **1**, 98. — [70]) Graebe u. Liebermann, B. **2**, 14, 332; A. **7**, Suppl. 257; **160**, 121.

„natürlichen“ Feind, der bald mit gänzlicher Niederlage des letzteren enden sollte. In Frankreich schätzte man die Produktion an Krapppflanzen vor dem Erfindungsjahr des Alizarins auf 70 Millionen Kilogramm im Werthe von 60—67 Millionen Mark — es hat wenige Jahre gedauert, und man sah da, wo früher der Krapp in stolzer Pracht geherrscht hatte, nur noch wogende Getreidefelder.

Zahlreiche, von Alizarin direkt oder indirekt abstammende Farbstoffe sind die Folge der Graebe-Liebermannschen Synthese gewesen. So erhält ein Kolorist bei seinen Versuchen, durch einen merkwürdigen Ideengang veranlaßt, einen neuen Farbstoff, das Alizarinblau;[71]) von der Wissenschaft unter die Lupe genommen, enthüllte sich dieser als Abkömmling einer ganz anderen Gruppe, als man theoretisch erwartet; weiter führt er zur Synthese des Chinolins,[72]) dem Ausgangspunkt der künstlichen Heilmittel. — Auf diese Weise haben sich die prophetischen Worte Liebigs (1851) glänzend erfüllt: „Wir glauben, daß morgen oder übermorgen Jemand ein Verfahren entdeckt, aus Steinkohlentheer den herrlichen Farbstoff des Krapps oder das wohlthätige Chinin, oder das Morphin zu machen.“[73])

Doch werfen wir noch einen kurzen Blick auf die weitere Entwicklung der Farbstoffindustrie. Ein anderer Zweig, der der Phenolfarbstoffe, verdankt seine Entstehung und wissenschaftliche Durchführung den meisterhaften Arbeiten Adolf Baeyers. Ein neues, unübersehbares Feld der Farbstoffsynthese enthüllt sich der weiteren Forschung; viele schöne Entdeckungen bringen die nächsten Jahre. Es möge nur erinnert sein an die Entdeckung des Fluorescins (Baeyer),[74]) des Eosins (Caro 1873),[75]) an die Durchforschung des Phtaleïngebietes durch Baeyer,[76]) und als Krönung des Ganzen, an die Erklärung der Bildung von Pararosalinin und Rosanilin[77]) durch Emil und Otto Fischer (1878). War damit eine ganze Reihe neuer

Fischer, Emil, geb. 9. 10. 1852 zu Emskirchen; studirte in Bonn und Straßburg, 1879 a.-o. Professor der Chemie in München, seit 1892 Nachfolger A. W. Hofmanns in Berlin. F. hat werthvolle Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie geliefert, 1887 die Synthese von Kohlehydraten, 1890 die des Traubenzuckers entdeckt. Seine meisten Schriften finden sich in den Ber. d. deutsch. chem. Ges. und in Liebigs Ann. d. Chem.

Fischer, Otto, Vetter des vorigen, geb. 28. 11. 1852 in Emskirchen, studirte in Berlin, Bonn und Straßburg, seit 1885 Professor d. Chemie in Erlangen. Entdeckte 1881 im Kairin das erste künstliche Fiebermittel. — Schriften in den Ber. d. deutsch. chem. Ges.

[71]) Bell. Soc. Ind. Mülh. 1877. — [72]) Koenigs, B. 12, 453. — [73]) Liebig, Chem. Briefe (3. Aufl.) II. Brief, S. 55. — [74]) B. 4, 658. — [75]) A. 183, 2; A. W. Hofmann, B. 8, 62; vergl. auch Baeyer, das. 8, 146. — [76]) Baeyer und Caro, Synthese von Anthrachinonabkömmlingen aus Benzolderivaten und Phtalsäure, B. 7, 968; 8, 152. Ferner Baeyer, A. 183, 1; 202, 36, 153; 212, 340. — [77]) A. 194, 242.

Farbstoffe entdeckt, so sollte diese durch das Hinzutreten eines anderen Gebietes so bald noch nicht abschließen. — Kekulé hatte schon 1866 die Konstitution der Diazo- und Azoverbindungen[78]) festgestellt; ihre Einführung in die Technik des Farbstoffgebietes verdanken sie Witt, ihre Aufklärung Hofmann,[79]) ihre synthetische Methode[80]) aber Peter Grieß.[81]) Letzterer hat in der Begründung der Azofarbstoffindustrie den Grund zur Entdeckung unzähliger neuer Farbstoffe (über 150 sind z. B. davon im Handel) gelegt und sich damit unvergängliches Verdienst erworben. Der erste Farbstoff dieser Art der Zusammensetzung war schon 1864 als Anilingelb in den Handel gekommen, jedoch ohne daß seine Konstitution erkannt war. Nachdem dies geschehen, folgten rasch eine Reihe weiterer; so das Chrysoïdin,[82]) die Tropäoline,[83]) meist gelb und orange färbende Körper, und die durch Echtheit sich auszeichnenden rothen Farbstoffe, Ponceaux,[84]) Echtroth[85]) und die Scharlachfarben.[86]) — Die wichtigste Entdeckung auf diesem Gebiete in neuerer Zeit ist die der „substantiven Baumwollfarbstoffe" (Böttcher 1884); sie besteht darin, daß gewisse Azofarbstoffe, die sich vom Benzidin und ähnlichen Basen ableiten, Baumwolle färben, ohne einer Beize zu bedürfen.[87]) Gerade diese Farbstoffe, die jetzt in allen Nüancen dargestellt werden, haben wesentlich zur Entwicklung der Farbstoffindustrie beigetragen. —

Ehe wir das Farbstoffgebiet, das zu erschöpfen hier durchaus unmöglich ist, verlassen, wollen wir noch kurz der im Jahre 1866 von Adolf Baeyer begonnenen Arbeit über die Indigogruppe gedenken. Erst siebzehn Jahre später, 1883, konnte der Meister mittheilen, nachdem ihm 1878 die synthetische Bildungsweise gelungen war, daß „der Platz eines jeden Atoms im Molekül dieses Farbstoffes auf experimentellem Wege festgestellt sei."[88]) War hiermit die theoretisch-synthetische Bildungsweise des Indigo gegeben, so stieß sie in der Technik doch noch auf große Schwierigkeiten. Diese bestanden weniger in der Ausführung des Baeyerschen Verfahrens, als in der wirthschaftlichen Nutzbarmachung der bei der Farbstofferzeugung entstehenden Nebenprodukte. Es ist das Abschiedsgeschenk des alten Jahrhunderts gewesen, das uns die technisch-synthetische

[78]) Kekulé, Lehrbuch der organischen Chemie, 2, 715, 689. — [79]) B. 10, 213, 1378. — [80]) Die „Grieß'sche Methode" beruht in den paarweisen Vereinigungen der Diazoverbindungen mit Aminen oder Phenolen durch die Azogruppe. Vergl. Caro, die Grieß'sche Methode, B. 24. — [81]) Grieß, Peter. Vergl. insbesondere A. 137, 39; Ph. T. 1864, III und Emil Fischer, Nekrolog, B. 24, Ref. 1058. — [82]) Entdecker H. Caro. Vergl. Hofmann, B. 10, 388; Witt, das. 10, 654. — [83]) Witt, B. 12, 258. — [84]) Grieß, das. 11, 2197; vergl. die zahlreichen Ponceaux und anderen hier genannten Farbstoffe in Schultz, Chemie des Steinkohlentheers und Friedländer, Theerfarbenfabrikation. — [85]) Grieß, B. 11, 2199. — [86]) z. B. Biebricher Scharlach, Nietzki (Kalle & Co.), B. 13, 800. — [87]) Schultz, B. 17, 461; Steinkohlentheer 2, 305. Ferner das. 2, 256; Friedländer, Theerfarbenfabr. 455. — [88]) Baeyer, B. 16, 2188.

Herstellung des Indigo und damit vielleicht den größten Triumph der Farbstoffindustrie bescheert hat. Nach langjährigen Versuchen ist es der Badischen Anilin- und Sodafabrik gelungen, ein Produkt in den Handel zu bringen, das infolge seines Preises mit dem natürlichen in Konkurrenz zu treten vermag.[89])

Lassen wir nun unsern Blick rückwärts schweifen auf diese Errungenschaften der modernen Chemie, so sehen wir statt des einen im Jahre 1856 von Perkin entdeckten Perkinschen Violett's eine Reihe von Farbstoffen, deren Menge und deren Nüancenreichthum ins Unendliche geht. Wenn auch die Entdecker der ersten Farbstoffe Nichtdeutsche waren, so können wir doch, wie eingangs gesagt, mit stolzem Recht behaupten, daß die Farbstoffindustrie eine deutsche genannt zu werden verdient: Eine deutsche, weil ihre technische und theoretische Grundlage von Deutschen, Hofmann und Kekulé, gegeben war, — eine deutsche, weil der ganze Ausbau des Farbstoffgebietes zum weitaus größten Theile von deutscher Seite aus geschehen ist. Deshalb werden auch die Namen August Wilhelm von Hofmann und August Kekulé unzertrennbar von der Farbstoffindustrie genannt werden müssen — wie das Andenken an ihre Wirksamkeit der heranwachsenden naturwissenschaftlichen Jugend unvergeßbar sein und bleiben wird! —

Anschließend an den Bericht über die Entwicklung der Farbstoffindustrie mögen noch einige Worte der Färberei gewidmet sein. — Die Färbereipraxis hat aus der Erkenntniß der Zusammensetzung der Farbstoffe einen großen Vortheil gezogen; dennoch aber sind wir heute noch nicht in allen Fällen über die Wirkung der Fasern und der verschiedenen Beizen aufgeklärt. Magnus hat 1795 den ersten Versuch gemacht, diese Vorgänge zu erklären, ist aber zu sehr unvollständigen Resultaten gelangt. Jedenfalls ist die Fixirung der Farbstoffe auf der Wollfaser in der chemischen Natur der letzteren zu suchen. — Es läßt sich denken, daß die neu erfundenen Theerfarbstoffe alle ihre Rivalen pflanzlichen Ursprungs nach und nach aus dem Felde geschlagen haben. Trotzdem finden auch diese noch, wenn auch geringer, Verwendung, ebenso wie auch auf dem Gebiete der Metallfarbstoffe (Berliner Blau, Chromgelb u. s. w.) Fortschritte zu verzeichnen sind.

* *
*

Einen ganz ungewöhnlichen Aufschwung hat die Industrie genommen, die sich mit der Darstellung chemischer Präparate befaßt. Aus der einstigen Nebenarbeit weniger Apotheken haben sich heute Fabriken entwickelt, deren Ausdehnung eine ganz ungeheure ist; dies ist die natürliche Folge des auf allen Gebieten steigenden Bedarfes an reinen Reagentien. — Ferner denke man an die durch die fabelhafte Entwicklung der photographischen Technik bedingte Mehrproduktion von

[89]) Vergl. Baeyer, Rede bei der Einweihung des Hofmannhauses in Berlin (20. Oktober 1900.) B. Dezember 1900.

Silbersalzen, dann an die zahlreichen Alkoholpräparate, wie Chloroform, Chloral, Jodoform, an die Phenole, wie Karbolsäure und die Kresole, Hydrochinon, Brenzkatechin, Pyrogallol u. s. w., alles Körper, die in der Photographie, der Medizin, der Desinfektion u. s. w. die ausgedehnteste Anwendung gefunden haben.

Als weiterer Zweig dieser Industrie hat sich die Technik der Herstellung organischer Säuren vervollkommnet. So wird die Oxalsäure[90]) heute aus Holz (Sägespänen) und Alkalien, die Benzoësäure,[91]) früher aus dem Harn der Pflanzenfresser (Hippursäure) bereitet, aus Benzotrichlorid (dem Steinkohlentheer entstammend) mit Hülfe von Wasser oder Kalk, die Salicylsäure,[92]) früher aus Pflanzen, jetzt aus Phenol, die Milchsäure, die vielleicht einst die Rolle der Essig- und Citronensäure einzunehmen berufen ist, aus Traubenzucker dargestellt u. s. w. u. s. w.

Einen ähnlichen Entwicklungsgang wie die Farbenindustrie hat diejenige der Riechstoffe durchgemacht. Ihre Anfänge bestanden darin, daß man begann, die wohlriechenden Prinzipien verschiedener ausländischer Droguen zu isoliren, bald ging man jedoch dazu über, die Zusammensetzung der rohen ätherischen Oele zu studiren und, bei fortgeschrittenem Wissen und fortgeschrittener technischer Vervollkommnung, dieselben synthetisch darzustellen. So bereitet man das Cumarin,[93]) das aromatische Prinzip des Waldmeisters, das Heliotropin[94]) und das Vanillin.[95]) Die Krönung des Ganzen ist in der 1893 erfolgten synthetischen Herstellung des Jonons[96]) durch Tiemann, den Erfinder des künstlichen Vanillins, zu erblicken, das uns den reinen Riechstoff der Veilchenblüthe liefert. Allerdings kostet ein Kilogramm davon heute noch 3000 Mk., was aber nicht zu verwundern ist, wenn man bedenkt, daß das jetzt zum Preise von 120 Mk. pro Kilo im Handel erhältliche Vanillin nach seiner Erfindung den Werth von 7000 Mk. pro Kilo repräsentirte. — Die Parfümerie und die Seifenfabrikation haben, wie sich denken läßt, aus der Riechstoffindustrie den größten Nutzen gezogen und sind durch deren Fabrikate zu hoher Blüte gelangt.

Wie bei der Riechstoffindustrie ist auch die Begründung der Industrie der pharmazeutischen Präparate von der Untersuchung und Isolirung der wirksamen Bestandtheile ausländischer Droguen ausgegangen. Von besonderer Wichtigkeit ist dies bei denjenigen Droguen gewesen, die äußerst giftige Alkaloïde enthalten, also bei den Früchten der Strychnosarten, dem Opium und den Chinarinden; man hat dadurch, daß man diese Alkaloïde rein darstellt, ein viel sichereres Mittel an der Hand, bestimmte Dosen zu geben, als dies

[90]) Gay-Lussac 1829. A. 41, 398. — [91]) D. 231, 538 (von Rad). — [92]) Kolbe und Lautemann, A. 115, 201; J. pr. (2) 10, 89. — [93]) Perkin 1868. Soc. 21, 53; A. 147, 229; Chem. N. 32, 258. — [94]) Fittig u. Mielk 1869. Kolbe, A. 152, 40. — [95]) Tiemann 1874. B. 8, 509, 1123; 9, 414; 10, 60. — [96]) B. 26, 2692. —

bei den ungleichmäßig zusammengesetzten Naturprodukten der Fall sein kann. Doch hat man sich nicht nur auf die Isolirung in der Natur vorkommender Arzneien beschränkt, mit dem Aufblühen der Theerindustrie hat man auch begonnen, Theerderivate auf ihre heilsame Kraft zu prüfen und ist dabei zu äußerst günstigen Resultaten gelangt. So sind heute das Antifebrin,[97]) Antipyrin,[98]) Sulfonal,[99]) Phenacetin,[100]) Gujacol[101]) u. s. w. nicht mehr zu missende Mitglieder der Pharmakopöe geworden. In neuerer Zeit hat sich diese Industrie auch dem Nahrungsmittelgebiete zugewandt und sucht leichtverdauliche Präparate von zugleich hohem Nährwerth herzustellen. Eines von diesen, dem allerdings die letztgenannte Eigenschaft abgeht, ist das Saccharin,[102]) das, dreihundertmal süßer als Zucker, den Diabetikern bereits so hervorragende Dienste geleistet hat. Auch einige der in letzter Zeit aufgekommenen löslichen Eiweißpräparate werden, wenn ihre Voraussetzungen längere Zeit hindurch allseitig sich bewährt haben, der Menschheit gute Dienste leisten. —

Betrachten wir nun am Ende dieses Abschnittes noch die Fortschritte, die das Beleuchtungs- und Heizungswesen im neunzehnten Jahrhundert gemacht hat, so kommen wir zu dem Schluß, daß auch darin ganz außerordentliche Errungenschaften zu verzeichnen sind. Im achtzehnten Jahrhundert kannte man zum Licht- und Feueranmachen allein das Feuerzeug mit Stein und Kohle; als Lichtquellen dienten unreinliche Talgkerzen oder qualmende und röthlich leuchtende Oellampen, in vornehmen Häusern Wachslichter, nichts wußte man von Stearin, vom Petroleum, von den heutigen Dochten, unseren verschiedenen Lampengattungen, erst recht nichts vom Gaslicht, Gasglühlicht oder gar elektrischen Licht.

Die Einführung des Stearins als Lichtquelle ist bereits erörtert worden;[103]) erst seit 1859 datirt diejenige des Petroleums. Schon 1845 hatte ein unternehmender Mann ein in Pennsylvanien entdecktes Erdöl in den Handel bringen wollen, der Versuch mißlang aber gänzlich. Die ersten geringen Petroleumproben kamen 1857 nach New-York, aber erst nach der zwei Jahre später erfolgten Erbohrung einer Oelquelle bei Titusville in Pennsylvannien datirt der praktische Gebrauch des Erdöls. Man war auf diese Quelle beim Bohren eines artesischen Brunnens gestoßen, und sie war so ergiebig, daß sie viele Wochen lang tausend Gallonen Petroleum täglich lieferte. Es läßt sich denken, daß nach einer derartigen Entdeckung

[97]) Gerhardt 1853. A. 87, 164; B. 23, 2962. — [98]) Knorr 1883. A. 238, 137; B. 17, 2037. — [99]) Baumann 1886. B. 19, 2815. — [100]) Rasinski 1882. J. pr. (2) 26, 53; P. 15, 2907. — [101]) Unverdorben P. 8, 402; A. ch. (3) 12, 228; Sobrero, A. 48, 19; Völkel, das. 89, 345. — [102]) Fahberg u. Remoen 1879. B. 12, 471; das. 19, Ref. 374. Vergl. Stutzer, Das Fahlberg'sche Saccharin (Braunschw. 1890). — [103]) S. S. 496.



ein regelrechtes „Oelfieber" ausbrach, das dem kalifornischen Goldfieber in nichts nachstand. Von allen Seiten strömten Menschen herbei, um sich an diesem Gewinn zu betheiligen, und bis Ende der sechziger Jahre waren an 2000 Bohrlöcher in Betrieb. Das Oel erschien oft so plötzlich, daß gar nicht genug Fässer da waren, um es aufzufangen. Hierzu kam noch, daß sich die Verkehrsmittel in äußerst primitivem Zustande befanden; man war infolgedessen gezwungen, das Petroleum in flachen Kästen bis nach Pittsbury hinabschwimmen zu lassen. Dabei entstanden die größten Unordnungen, und öfters kam es vor, daß die der Erde entströmenden Gase sich entzündeten und die fürchterlichsten Brände erregten, die ganz besonders schlimm waren, wenn sich das Petroleum auf der Oberfläche des Wassers ausbreitete und dann Feuer fing. Aber die Amerikaner, deren Energie nicht ohne Grund in so gutem Rufe steht, schafften bald bessere Zustände, und heute wird das immer noch unentbehrliche Petroleum in großen Mengen in alle Weltgegenden hinausversandt.[104])

Das Leuchtgas hat sich im Laufe des Jahrhunderts ganz allmählich eingeführt und erfreut sich heute ausgedehntester Verbreitung. Schon Ende des achtzehnten Jahrhunderts hat es eine ganz geringe Rolle als Lichtspender gespielt, sich aber im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts nicht lange halten können, trotzdem von verschiedenen Seiten Anstrengungen dazu gemacht wurden, Leuchtgas als Straßenbeleuchtungsmittel einzuführen. Die erste Beleuchtung dieser Art hat eine englische Gesellschaft in Hannover 1825 ausgeführt und sie fand bald Nachahmung. Seitdem hat die Beleuchtung mit Steinkohlengas sich immer größerer Beliebtheit zu erfreuen gehabt, und es ist auch, trotz der Erfindung des elektrischen Lichtes ein Rückgang in der Leuchtgasproduktion nicht zu befürchten, da einmal die Heizung und der Motorbetrieb mit Gas immer größere Dimensionen annehmen, andererseits aber auch dem elektrischen Licht durch die Erfindung des Gasglühlichts ein ganz gefährlicher Rivale entstanden ist. Die Erfindung dieses Gasglühlichts gehört Auer von Welsbach; sie besteht darin, daß man der leuchtenden Gasflamme vor ihrem Austritt aus dem Rohre selbstthätig Luft zuführt (im sog. Bunsenbrenner); hierdurch erreicht man, daß die Kohlenstofftheilchen, die das Leuchten der Flamme infolge ihres Glühzustandes hervorbringen, vollständig verbrennen und infolgedessen ihre Leuchtkraft verlieren. Erhitzt man mit dieser jetzt ganz bedeutend heißeren Flamme ein Baumwollgewebe, das mit den Nitraten seltener Erden (Cer, Didym, Erbium, Lanthan u. s. w.) getränkt ist, so strahlt dieses ein weißes Licht aus. Der Nutzeffekt der Gasglühlichterfindung besteht darin, daß bei bedeutend geringerem Gasverbrauch (0,5 Pfennig pro Stunde und Brenner des Gasglühlichts gegen 2,5 Pfennig bei Leuchtgas im Argandbrenner)[105]) ein viel helleres Licht erzeugt wird

[104]) Vergl. Coul and Jones, Petrolia, a brief history of the Pennsylvania petroleum region (Newyork 1870). — [105]) Der Argandbrenner hat

(ein Kubikmeter Leuchtgas erzielt beim Argandbrenner 70, beim Auer'schen Gasglühlicht 160 Normalkerzen Helligkeit).

In den letzten Jahren ist noch ein anderer Beleuchtungskörper aufgekommen, das Acetylen,[105]) dem vielleicht eine große Zukunft beschieden ist; wenn es gelingen sollte, dasselbe billiger als Leuchtgas herzustellen, so steht seiner Einführung im großen nichts mehr im Wege. Heute wird es schon vielfach in Eisenbahnwaggons, bei Wagen- und Fahrradlaternen u. s. w. mit großem Erfolg verwandt; ob es aber wirklich das Leuchtmaterial der Zukunft sein wird, wie vielfach ausgesprochen und gewünscht wird, läßt sich jetzt noch nicht sagen. —

Sehen wir so große Fortschritte im Beleuchtungswesen gegen das achtzehnte Jahrhundert, so sind nicht weniger wichtige in den Heizanlagen gemacht worden. Holzverschwendende Kamine und Stubenöfen von einer Einfachheit, die ans Rohe grenzt, waren die Zimmerheizungen unserer Vorfahren. — Unser technisches Jahrhundert hat auch diese Zustände überwunden. Wir haben jetzt ganz vorzügliche Wasser-, Luft- oder Dampfheizungen, und in immer größerem Maßstabe macht sich die Heizung mit Leuchtgas bemerkbar; daneben brennen wir die früher nur vereinzelt benutzten Steinkohlen in den Porzellanöfen, Anthracitkohlen in den sog. amerikanischen Oefen u. s. w. u. s. w. Ueberall ist auch hier ein großer Fortschritt zu verzeichnen, der neben chemischem,[106]) hauptsächlich auf technischem Gebiete liegt und deshalb hier übergangen werden darf.

Die Entwicklung der technischen Chemie liefert den glänzendsten Beweis für Bacons Wort: Scientia est potentia.

Agrikultur- und Physiologische Chemie.

Mit Fug und Recht darf man behaupten, daß der Ackerbau eines der konservativsten, wenn nicht das konservativste aller Gewerbe ist. Dieses zeigt sich nicht allein auf politischem Gebiete und nicht nur da rekrutirt sich das Gros der Anhänger der „guten, alten Zeit" zum größten Theil aus den Kreisen der Landwirthe; es hat auch vor allem jeder gewerbliche Fortschritt sehr schwer den Einzug in die Landwirthschaft halten können. Das hat seinen guten Grund: Kein Stand ist so an die väterliche Scholle gebunden wie der des Landwirths, darum ist es ganz natürlich, daß er die Traditionen seiner Vorfahren hoch-

15—40 Löcher so nahe nebeneinander, daß die aus den Löchern hervortretenden einzelnen Flammen sich zu einem einzigen, ringförmigen Flammenkörper vereinigen. — [106]) Vergl. Muck, Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie (Braunschw. 2. Aufl. 1891.)

hält; versucht er aber einmal Neuerungen einzuführen, so ist darin, daß Erfolg nach frühestens einem Jahre eintreten kann, sowie ferner in der Unsicherheit, ob an dem ganzen Erfolge nicht lediglich die Witterung schuld war, wohl die Erklärung dafür gegeben, daß alle die großartigen Errungenschaften des neunzehnten Jahrhunderts erst sehr spät in der Landwirthschaft zur Geltung kamen. In starrer Empirie verharrte der Landwirth noch bis weit in unser Jahrundert hinein, trotzdem bereits gegen Ende des vorigen viele Entdeckungen gemacht worden waren, die seiner Wirthschaft hätten nutzen können.

Albrecht Thaer trägt mit Recht den Namen des „Vaters der rationellen Landwirthschaft"; bis zu seinem Wirken bestand kaum eigentliche und rechte Vorstellung über den Grund der Fruchtbarkeit der Felder und ihr Unfruchtbarwerden, und erst Thaer gebührt das Verdienst, Ursachen und Wirkungen zuerst mit sicherem Auge erkannt zu haben. Zwar beruht seine chemische Ansicht über Pflanzenernährung noch auf ganz falscher Basis, aber er hat den Anstoß gegeben, die Felder rationell zu bebauen, und er hat den Landwirthen das System des richtigen Saat- und Fruchtwechsels gezeigt.

Thaer huldigte der sog. Humustheorie: Der Humus, so glaubte man, enthält ein eigenthümliches Gemenge verschiedener Körper, welche sich durch Verwesung organischer Substanzen im Boden bilden; je humusreicher ein Boden sei, desto fruchtbarer, ebenso wie ein Mangel an Humus die Unfruchtbarkeit des Bodens bedinge. Erhöht werde die Humusbildung und dadurch die Fruchtbarkeit des Bodens durch Zufuhr von Stallmist. — Es herrschte also zu Thaers Zeiten vollständig die Anschauung, nur organische Bestandtheile machten die Nahrung der Pflanzen aus. Selbstverständlich richtete sich danach auch der ganze Wirthschaftsbetrieb: durch Anbau von Futtergewächsen glaubte man viel Fleisch und Mist zu erhalten, durch viel Mist wiederum hohe Getreideernten; mit einem Wort: sind genug Futterkräuter da, so kommt das Korn von selbst.

Solche Art der Feldbestellung ist nichts anders als Raubbau im ärgsten Sinne des Wortes. Ihre Folgen blieben auch nicht aus. Vielen beweglichen Klagen über die Abnahme der Felderträge begegnet man weit ins neunzehnte Jahrhundert hinein. Dem wollten die Nichtbetroffenen leicht mit guten Rathschlägen und Erklärungen abhelfen: Es läge an dem Unverstande der Landwirthe, oder an mangelnder Arbeit oder fehlendem Dünger. — Doch das waren nicht die Ursachen der Noth.

Auf einem kleinen Stückchen Feld in Möglin machte Thaer

Thaer, Albrecht, geb. 1752 in Celle, studirte Medizin und Philosophie, wurde Arzt und später Landwirth. 1806 errichtete er die erste höhere landwirthschaftliche Lehranstalt auf seinem Gute in Möglin. Gest. 1828. — Schriften: Grundsätze der rationellen Landwirthschaft (Berlin 1809—10; neue Auflage von Krafft, Thiel u. A. das. 1880) u. s. w.

verschiedene Anbauversuche; die Erfolge, die er erzielte, glaubte man nun überall erzielen zu können; es wurde nach seinen Angaben so und so viel Land mit so und so viel Mist gedüngt und dann meinte man bestimmt, es müßte nun auch gerade so viel Korn geerntet werden, wie in Möglin unter gleichen Bedingungen. Dabei dachte man nicht entfernt daran, ob auch des Ortes Breitengrad derselbe sei, ob jährliche Regenmenge, mittlere Temperaturen der verschiedenen Jahreszeiten, physikalische und chemische Beschaffenheit des Bodens mit den Mögliner Versuchen übereinstimmen —; man arbeitete nur genau nach den Rezepten, die Möglin gegeben hatte. Daß nun bei derartiger Wirthschaftsführung Mißerfolge nicht ausblieben, überraschte ungemein; aber darum war man noch lange nicht von der Unsinnigkeit des herrschenden Glaubens überzeugt. „Sie (die Landwirthe) meinten, Gott werde für sie ein Wunder schaffen, nicht wegen der Erhaltung des Menschengeschlechts, sondern um ihnen das Denken über die Quellen zu ersparen, aus denen sein Segen sich ergießt",[1]) charakterisirt Liebig die damalige Denkart.

So ging es in der Landwirthschaft bis zum Jahre 1840; dem Jahre, das für den gesammten landwirthschaftlichen Betrieb von weitestgehender Bedeutung werden sollte, denn in ihm wurde zum ersten Male die Art der Pflanzenernährung festgelegt.

* * *

Schon gegen Ende des achtzehnten und zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts waren physiologisch-chemische Arbeiten über Pflanzenernährung von Priestley, Ingenhous, Senebier und de Saussure[2]) erschienen; aber sie hatten keine praktische Bedeutung erlangt. Die naturwissenschaftliche Forschung zu damaliger Zeit steckte eben noch in den Kinderschuhen und man war noch nicht genug geschult, um Entdeckungen in ihrer ganzen Tragweite zu beurtheilen. Der erste, der das für die Landwirthschaft that, war Liebig. Er kam zu seinen epochemachenden Veröffentlichungen, als er auf Veranlassung der British association for the advancement of science einen Bericht über den Zustand der organischen Chemie abstatten sollte. Die Pflanzenphysiologie und die Agrikultur, sowie die Vorgänge bei Gährung, Fäulnis und Verwesung organischer Stoffe wollte er erforschen. Bei den Untersuchungen kam er, gestützt auf eine große Reihe einzelner Analysen, zur Erkenntniß, daß sämmtliche Pflanzen dieselben stets wiederkehrenden Mineralbestandtheile enthalten; daß letztere also keine zufälligen sind, sondern daß nur durch sie der Aufbau der Pflanze möglich ist. Diese Theorie stand der alten Humustheorie schroff gegenüber, nach der die Pflanze sich nur durch organische Bestandtheile ernährt, während die vorhandenen Mineral-

[1]) Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie (Braunschw. 1840, neunte Aufl. 1876, S. 6). — [2]) Vergl. de Saussure, Recherches sur la végétation. Ferner A. 42, 273.

bestandtheile lediglich zur Anreizung, etwa wie das Salz bei unseren Speisen, wirken.

Zwischen beiden Theorien war keine Verbindung möglich, es mußte also die eine oder die andere stürzen.

Liebig vermochte mit seiner „Mineraltheorie" alle pflanzenphysiologischen Vorgänge zu erklären, die nach längerem Anbau erfolgende Unfruchtbarkeit des Ackers, die Wirkung des Mistes u. s. w. alles fand durch sie einleuchtende und klare Deutung. — Dennoch hat es über zwanzig Jahre gedauert, bis der Sieg der Mineraltheorie ein vollständiger war; — so lange hielt man an der alten, falschen Auffassung fest. Es ist uns heute ganz unverständlich, daß noch 1857 von einem in der wissenschaftlichen Praxis stehenden Manne das Wort ausgesprochen werden konnte: „Würde uns die Naturwissenschaft Mittel an die Hand geben, diese Gewächse (Klee, Luzerne, Esparsette) öfter auf derselben Stelle mit gleichbleibendem Erfolge bauen zu können, als dies nach den gegenwärtigen Erfahrungen der Fall ist, so wäre der Stein der Weisen für die Landwirthschaft gefunden, denn für die Umwandlung derselben in den menschlichen Bedürfnissen entsprechende Formen wollten wir schon sorgen."[3])

Das kleine Buch, in dem Liebig zuerst seine Untersuchungen und Theorien über den Vorgang der Pflanzenernährung niedergelegt hatte, führte den Titel: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie von Dr. Justus Liebig, Braunschweig 1840. Man kann sich heute kaum eine Vorstellung davon machen, welch ungeheures Aufsehen die Veröffentlichungen des Gießener Professors damals erregten. Jahrelang stand Liebig im Mittelpunkt der heftigsten Anfeindungen, aber er wußte ihnen würdig mit hinreißender Ueberzeugungsgabe und beißender Satire entgegenzutreten. Und der „Vater der Agrikulturchemie" ist bis an sein Ende seinem Lebenswerke treu geblieben! — Die ersten Feinde erwuchsen Liebig in England und zwar dann, als er seine Theorie in Praxis umsetzte. Entzieht die Pflanze — so ist sein Gedankengang — dem Boden Mineralbestandtheile, so müssen diese, um dauernde Fruchtbarkeit zu sichern, ihm wiedergegeben werden. Da dies dort nicht möglich ist, wo Vieh und Korn in die Städte ausgeführt werden und das auf dem Felde gewonnene infolgedessen nicht mehr als Mist auf den Acker zurückgelangen kann, so muß man diese Nährstoffe dem Boden auf anderem Wege wieder zuführen. — Dieser Ideengang veranlaßte Liebig, im Jahre 1845, den ersten künstlichen Dünger in den Handel bringen zu lassen.

Merkwürdig war es, daß dieser Dünger, obwohl er alle nöthigen Bestandtheile enthielt, dennoch nicht die erwartete Wirksamkeit im Gefolge hatte, sondern erst nach zwei bis drei Jahren zur Geltung kam. Das war ein Fehler, und seine Feinde unterließen es auch nicht,

[3]) Walz, Mitt. aus Hohenheim H. 3. Ernährung der Kulturpflanzen (Stuttgart 1857, S. 127.)

diesen schwachen Punkt, und damit die ganze Liebigsche Theorie anzugreifen.

Herr J. B. Lawes, Düngerfabrikant in Rothamsted, eröffnete die Feindseligkeiten. Lawes hatte auf seinen Feldern mit Liebigschem Mineraldünger Versuche angestellt, die ganz geringe Wirkung statt der erwarteten üppigen erwiesen; dagegen hatten andere, von Lawes selbst zusammengestellte Mischungen günstigere Erfolge. War hiermit zwar ein Fehler in dem Liebigschen Düngern nachgewiesen, so bestand, wie man glauben sollte, doch noch seine Theorie zu Recht. Aber auch sie wurde bald darauf „vernichtet“ von einem früheren Präsidenten der Kgl. englischen Agrikulturgesellschaft, Pusey, — allerdings, um später glänzender wie je, wieder aufzuerstehen. Pusey spricht sich über den Einfluß der Chemie auf die Landwirthschaft also aus: „Die Mineraltheorie, zu hastig angenommen von Liebig, nämlich: daß die Ernten steigen und fallen in direktem Verhältnisse zu der Quantität der Mineralsubstanzen im Boden oder der Zufuhr oder Abnahme dieser Stoffe im Dünger, hat ihren Todesstreich durch die Versuche des Herrn Lawes erhalten. Herr Lawes, unsere erste Autorität, hat sicherlich soviel gezeigt, daß von den beiden wirksamen Bestandtheilen der Dünger, Ammoniak ganz besonders wirksam für Korn und Phosphor für Rüben ist. Außer Liebigs Empfehlung, Knochen in Schwefelsäure aufzulösen, und der Sir Rob. Kanes: Flachsröstewasser als Dünger zu verwenden, giebt es keine Verbesserung, welche die Landwirthschaft von der Chemie empfangen hat. — Es ist ein großer Irrthum, zu glauben, daß wir Landwirthe machen können, wenn wir sie in zweifelhafter Chemie unterrichten.“[4])

Liebig war jedoch nicht der Mann, sich niederschmettern zu lassen. Nach erfolglosem Bemühen, in dem Organ der Kgl. Agrikulturgesellschaft die Versuche Lawes nach seiner Ansicht zu beleuchten, veröffentlichte er (1851) einen Aufsatz in der dritten Auflage seiner „Chemischen Briefe“. Das schlug dem Faß vollends den Boden aus, denn Lawes, der schon 1847 der Liebigschen Theorie eine andere, eigene entgegengestellt hatte,[5]) konstatirte im Verein mit Herrn Pusey „den völligen Bankerott von Liebigs Mineraltheorie als Führer in der Wahl von Dünger in dem praktischen Feldbau.“

Die gehässigen Angriffe gingen weit über ihr Ziel hinaus. In der Absicht, den Liebigschen Mineraldünger für unwirksam zu erklären, stellten die beiden Engländer die ganze Liebigsche Theorie als falsch hin ohne dabei zu bemerken, daß ihre eigenen, entgegenstehenden Versuche letztere nur bestätigten. Das ist dem scharfsinnigen deutschen Gelehrten auch nicht entgangen, der diese Schwächen seiner Gegner in seiner Weise beleuchtete, und zwar mit allen Mitteln, die seiner glänzenden Satire zu Gebote standen. Darum sind diese Polemiken heute noch interessant zu lesen. Eine komische Seite hat der Streit dadurch, daß Lawes von Chemie durchaus nichts verstand und sich

[4]) Journ. of the roy. Agric. Soc. 11, 2. — [5]) das. 8, 240.

dennoch anmaßte, gegen den deutschen Gelehrten ins Feld zu ziehen. Aber das genierte Niemanden: „In England durfte früher ein Gentleman, ohne sich herabzusetzen, immer gestehen, daß ihm die Chemie ganz fremd sei, denn in dem englischen Geiste war der Begriff eines Chymist kaum trennbar von dem eines struppigen Burschen mit schmutzigen Händen und Schürze, der nach Krätzsalbe, Leberthran und Wurmsamen riecht." So hat uns Liebig die Grundansicht einer Naturforscherversammlung in York mitgetheilt, in der einer der Vortragenden einer eingelieferten Arbeit den etwas mehr als naiven Ausspruch machte: „Meine Herren, Sie müssen sich nicht über die Fehler wundern, die ich vielleicht gemacht (beim Aussprechen chemischer Ausdrücke), denn die Wahrheit zu gestehen, verstehe ich von der Chemie nichts." — Es würde zu weit führen, den zwischen Liebig und seinen Gegnern hin- und herwogenden Streit weiter zu verfolgen;[6]) unser deutscher Forscher behielt in allen seinen Sätzen vollkommen Recht, so wie dieselben im Großen und Ganzen auch heute noch unumstößlich gültig sind.

Während Liebig mit seiner Theorie von Anfang an das Rechte getroffen hatte, war dies mit seinem Mineral d ü n g e r nicht der Fall. Es hat ihm viele schlaflose Nächte und jahrelange Mühe und Arbeit bereitet, die Unwirksamkeit seines Düngers, der, wenn die Bestandtheile in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit einzeln verwandt wurde, prächtig wirkte, in der Gesammtheit ohne nennenswerthen Erfolg war, kennen zu lernen. Der Grund war, daß Liebig, damit das Regenwasser die löslichen Düngerbestandtheile nicht fortführe, sie unlöslich gemacht hatte; ohne damals schon zu wissen, daß die Ackerkrume dies selbst besorgt. „Ich hatte mich an der Weisheit des Schöpfers versündigt" — so ruft er bei einer späteren Reflexion über diesen Gegenstand aus — „und dafür meine gerechte Strafe empfangen, ich wollte sein Werk verbessern, und in meiner Blindheit glaubte ich, daß in der wundervollen Kette von Gesetzen, welche das Leben an der Oberfläche der Erde fesseln und immer frisch erhalten, ein Glied vergessen sei, was ich, der schwache, ohnmächtige Wurm ersetzen müsse."

Aber dem Forscher ist kein zu schwerer Vorwurf zu machen, daß er „das Werk des Schöpfers verbessern" wollte. Denn die Vermuthung lag mehr wie nahe, daß der Regen die den Boden in löslicher Form gegebenen Nährstoffe in die Tiefe entführe und sie damit für die Pflanzen ganz unwirksam mache. Dem ist aber nicht so, wie man später erkannte: Die Ackererde hat die merkwürdige Eigenschaft, gewisse ihr zugeführte Salzlösungen zu absorbiren. Filtrirt man z. B. eine Lösung von schwefelsauren Kali durch eine Schicht Erde, so enthält das Filtrat kein Kali mehr, wohl aber die Schwefelsäure und diese an eine andere Base, etwa Kalk, gebunden. Das festge-

[6]) Eine kritische Zusammenstellung findet sich in einem Vortrage Henneberg's: Die agrikultur-chemischen Streitfragen der Gegenwart in ihren wesentlichen Momenten (Journ. f. Landw. 6 (1858), 227.)

haltene Kali wird durch die Wurzelarbeit der Pflanze letzterer wieder zugänglich gemacht und zum Zellenaufbau benutzt.

Wie F. Mohr[7]) nachgewiesen hat, ist der Erste, der diese Absorptionsfähigkeit des Bodens bemerkt hatte, Joh. Ph. Bronner gewesen, der bereits 1836 in einer Schrift über Weinbau[8]) anführt, „daß die Wirkung des Düngers nicht so weit eingehe, als manche glauben, sondern daß sie näher dem Bereiche der Oberfläche stehe, als der Sohle des Bodens". Diese Untersuchungen waren gänzlich der Vergessenheit anheimgefallen, und ganz selbstständig machten Thompson (1845)[9]) und Way (1850)[10]) die Beobachtung, daß der Erdboden eine Absorptionsfähigkeit für gewisse Salze besaß. Diese Thatsachen schwammen, wie Liebig ganz richtig betont, bereits Jahrzehnte lang heimatlos in der Wissenschaft umher, waren allgemein bekannt geworden, aber bisher noch nicht dazu gelangt, einen festen Platz angewiesen zu bekommen. Das hat Liebig gethan, der in einem Aufsatz über die Ackerkrume diese Beobachtungen verwerthete und damit der Agrikulturchemie ganz neue Gesichtspunkte eröffnete. — Wieso die Ackerkrume diese Eigenthümlichkeit der Absorptionsfähigkeit besitzt, ist zur Zeit noch nicht vollkommen zutreffend erklärt. Soviel wissen wir jedenfalls, daß die Umsetzungen auf chemische und nicht, wie man früher glaubte, auf physikalische Ursachen zurückzuführen sind.[11]) Wie die Knochenkohle entfärbend auf gefärbte Flüssigkeit wirkt, so glaubte man, werden durch Flächenattraktion die Pflanzennährstoffe absorbirt. Das ist nicht der Fall, es entstehen vollständige chemische Umsetzungen. Wahrscheinlich besitzen die zeolitische Kieselsäure, sowie Kalk, Magnesia und Eisen die Eigenschaft der Absorptionsfähigkeit. —

Mit der Erkenntniß und naturgemäßen Verbesserung seines Fehlers war der Sieg Liebigs ein vollständiger geworden. Er hat mit seinen Forschungen der Landwirthschaft ein Geschenk gemacht, das seinen Namen ewig mit ihr verbinden wird, wenn dies vielleicht auch dem praktischen Landwirthe nicht bewußt ist. Aber Liebigs Theorien sind ihm bewußt, haben sie doch den alten schamlosen Raubbau vertrieben und seine Stelle die goldenen Worte gesetzt: Was Du dem Acker nimmst, das mußt Du ihm wieder geben, wenn Du Dir dauernd gute Erträge sichern willst! — Mit diesem Wiedergeben der Bestandtheile, die durch die Ernte entzogen werden, hat Liebig eine ganze Industrie ins Leben gerufen, die Industrie der künstlichen Düngemittel, die zur Zeit über 30000 Menschen beschäftigt.

[7]) A. 127, 127. — [8]) Brenner, Der Weinbau in Süddeutschland (Heidelberg 1836). — [9]) Journ. of the roy. Soc. 2, 68. — [10]) das. 11, 68, 313. — [11]) Vergl. die Arbeiten von Henneberg u. Stohmann, A. 107, 152; Liebig, das. 105, 109; 106, 185; Peters, Landwirthsch. Versuchsstationen 1860, 2, 113; Weinhold, das. 4, 308; Rautenberg, Henneberg's Journ. f. Landwirthschaft 1862, 49.

War die Bedeutung mineralischer Nährstoffe für die Pflanze nunmehr erkannt und die alte Humustheorie gestürzt, so drängte sich nun der physiologisch-chemischen Forschung die Frage auf, wie diese anorganischen Körper es vermögen, einen so komplizirten Bau, wie ihn jede Pflanze hat, ein Bau, der doch beinahe aus rein organischen Bausteinen besteht, aufzuführen. Diese Frage zu lösen sind z. B. noch die namhaftesten Gelehrten beschäftigt.

Vor allem mußte erkannt werden, woher der in der Pflanze infolge ihrer organischen Natur massenhaft sich vorfindende Kohlenstoff stammt. Das Suchen nach dieser Erkenntniß ist bedeutend älter als die spätere Mineraltheorie, es reicht in das achtzehnte Jahrhundert zurück. Der Genfer Naturforscher Bonnet[12]) hatte zuerst 1752 die Gasausscheidungen der Pflanzen bemerkt, konnte jedoch zu keinem befriedigenden Ergebniß kommen, da zu damaliger Zeit die Zusammensetzung der Luft noch nicht bekannt war. Aber das Interesse des Physiologen für diese Vorgänge war einmal geweckt, und es begann eine Reihe der sorgfältigsten Untersuchungen über diesen Gegenstand. Nach Versuchen von Ingenhouß[13]) war es Th. de Saussure (1804) vorbehalten, die später als richtig anerkannte Theorie aufzustellen,[14]) daß die in der Atmosphäre sich vorfindende Kohlensäure, eine an sich anorganische Verbindung, dasjenige Gas ist, das die Pflanze durch ihre Blätter oder Wurzeln aufnimmt und unter Mitwirkung des Lichtes und der Wärme wieder in den grünen Blättern zerlegt. Die Kohlensäure zerfällt dabei in ihre Bestandtheile, Kohlenstoff und Sauerstoff, und während ersterer „assimilirt“ wird, wird letzterer der Luft zurückgegeben. Die Athmung der Pflanzen ist also die umgekehrte wie beim Menschen. Saussure behauptete merkwürdiger Weise, daß nur die wildwachsenden Pflanzen den zu ihrem Aufbau nöthigen Kohlenstoff aus der Kohlensäure der Luft nähmen, während bei intensiverem Ackerbau eine concentriertere Nahrung nöthig sei; als solche nahm er die Humussubstanzen an. Das ist mit Recht jetzt vollkommen widerlegt: Ganz allein die Kohlensäure ist es, welche den gewaltigen Kohlenstoffvorrath in der Natur hervorbringt.

Doch noch etwas Anderes ist durch diese Entdeckung gefunden worden: das Schlußglied für den Kreislauf des Kohlenstoffs in der Natur. Der thierische Organismus zerlegt bei der Nahrungsaufnahme die komplizirt zusammengesetzten organischen Verbindungen der Pflanzen in einfachere, benutzt einen Theil desselben zum Körperaufbau, zur Bildung von Eiweiß, Fett, Fleisch, den andern zur Erhaltung des Lebensprozesses, wobei er unter Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft zerlegt, verbrannt wird. Diese Verbrennungsprodukte bestehen aus stickstoffhaltigen Verbindungen, Kohlensäure und Wasser.

[12]) Bonnet, Sur l'usage des feuilles (Genève 1752). — — [13]) J. Ingenhouß, Versuche mit Pflanzen, übersetzt von Scherer (3 Bde., Wien 1786—1790). — [14]) Th. de Saussure, Recherches chimiques sur la végétation (Paris 1804), deutsch von Voigt (Leipzig 1805.)

Während die ersteren zum größten Theile im Harn abgeschieden werden, werden Kohlensäure und Wasserdämpfe durch Lunge und Haut abgegeben. Dadurch würde die Luft schließlich für die thierische Athmung verdorben, wenn die Natur nicht dafür gesorgt hätte, daß gerade die dem thierischen Organismus schädlichen Bestandtheile das Nahrungsmittel der Pflanze bildeten. — Beiläufig sei erwähnt, daß außer der Kohlensäureaufnahme und Sauerstoffabgabe durch die Pflanze ein anderer Prozeß nebenherläuft, nämlich die Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlensäure in verschiedenen Pflanzentheilen, was ebenfalls Ingenhouß, noch schärfer Saussure in meisterhaften Versuchen konstatirt haben.

Die Assimilation von Kohlenstoff, die unter Beihilfe von Licht und Wärme in den grünen Blättern vollzogen wird, hat Grund zu zahlreichen Arbeiten gegeben, jedoch ohne daß diese bis heute endgültige Erledigung gefunden hätten. Der erste, der sich mit der Einwirkung des Lichtes auf die Assimilation beschäftigte, ist nach Ingenhouß und Saussure, Boussingault gewesen; später haben Kraus,[15]) Sommel,[16]) Pfeffer,[17]) Müller[18]) wichtige Ergebnisse über die wirksamen Lichtstrahlen des Sonnenspektrums erhalten. Wenn auch dadurch Klarheit in diese bisher auseinandergehenden Ansichten kam, ist man heute noch nicht einig über die Rolle, die das Chlorophyll (Blattgrün) bei der Assimilirung des Kohlenstoffs spielt.[19]) Ebenso ist der Spekulation noch der weiteste Raum gelassen zur Beantwortung der Frage, welche organischen Verbindungen zuerst sich aus dem Kohlenstoff der Kohlensäure ableiten und wie sich diese dann weiter zu den sehr komplizirten Eiweißverbindungen, zu Stärke, Cellulose, ätherischen Oelen u. s. w. umwandeln.

Eine Erklärung Ad. Baeyers[20]) scheint diesen Vorgängen vielleicht am nächsten zu kommen, wenigstens ist sie recht plausibel, und es haben auch Versuche im Laboratorium ihr eine gewisse Bestätigung gegeben. Baeyer glaubt, daß durch Kondensation von Formaldehyd Kohlenhydrate entstehen. Allgemein kann man sich also darunter vorstellen, daß, der chemischen Zusammensetzung nach, das Formaldehyd ein Sechstel der Kohlenhydrate ist; lagern sich sechs solche Sechstel aneinander, so erhält man das Kondensationsprodukt, die Kohlenhydrate. Eine derartige Kondensation ist vollkommen mög-

Boussingault, J. B., (1802—1886) ist durch kühne Reisen in Südamerika bekannt geworden. Nach Frankreich zurückgekehrt, war er vorzugsweise auf agrikulturchemischen Gebiete thätig. — Schriften: Economie rurale; Agronomie, chimie agricole et physiologie (Paris 1864). — Compt. rend. **60**, 872; **61**, 493, 605, 657. — [15]) G. Kraus, Zur Kenntniß der Chlorophyllfarbstoffe u. s. w. (Stuttgart 1872). — [16]) P. **144**, 582. — [17]) W. Pfeffer, Arbeiten des Botan. Instituts in Würzburg, herausgeg. von J. Sachs, Heft **1**, 1. — [18]) N. J. C. Müller, Botanische Untersuchungen, 1. Heft (Heidelberg 1872). — [19]) Vergl. Pfeffer, Oxydationsvorgänge in lebenden Zellen 1889, p. 449, 479. — [20]) A. Baeyer, B. **1870**, III, 66. —

lich, immerhin ist aber noch nicht erwiesen, ob bei dem Assimilationsprozeß wirklich zuerst Formaldehyd entsteht.[21])

Auf einem anderen Gebiete der Pflanzenernährung hat man größere Erfolge gehabt: in der Erklärung des Vorgangs der Aufnahme und der Quellen des Stickstoffs, der zum Aufbau der so ungemein wichtigen Eiweißverbindungen nöthig ist. Es ist lange Zeit ein Punkt lebhaften Streites gewesen, ob die Pflanzen vermögen, den in der Luft zum vorwiegenden Theile vorhandenen Stickstoff aufzunehmen. (Die Luft besteht zu rund vier Fünftel aus Stickstoff, zu einem Fünftel aus Sauerstoff; der Gehalt an Kohlensäure beträgt nur 4 bis 5 Theile in 10 000 Theilen Luft.) Saussure[22]) hatte die Anschauung widerlegt, daß der Stickstoff der Luft assimilirbar sei, doch hat erst Boussingault[23]) diese Behauptung durch ausgedehnte exakte Versuche hinreichend erwiesen. Indessen lehrte die neuere Zeit die Ansichten als irrige ansehen. Der modernen bakteriologischen Forschung ist es nämlich gelungen, Bakterien aus dem Ackerboden zu züchten, die die Fähigkeit haben, Stickstoff aus der Atmosphäre zu verdichten. Die Kenntniß dieser „Nitrobakterien“, deren Eigenschaft darin besteht, Ammoniak oder Nitrite in Nitrate zu verwandeln, verdanken wir Hellriegel (1887)[27]). Dieser Forscher beobachtete, daß unter Umständen die Leguminosen nach der Ernte mehr Stickstoff enthielten, als man in der Saat und der Düngung gegeben hatte. Die Quelle für diese Stickstoffansammlung konnte nur die Atmosphäre sein, und es blieb nun die Frage zu erledigen, wie die zur Familie der Leguminosen gehörenden Pflanzen sich diesen Stickstoffvorrath aneignen können. Hellriegel fand, daß die Leguminosen allein diese Eigenschaft nicht besitzen, wohl aber, wenn sie mit jenen Stickstoffbakterien in Symbiose (Gemeinschaft) leben. Die Bakterien dringen durch die Wurzelhaare in die Wurzel ein, vermehren sich sehr rasch und bilden knöllchenartige Anschwellungen an ihr; die Bakterien in diesen Knöllchen verwandeln sich nach und nach in besondere Gebilde, welche man Bakteroiden genannt hat, die netzartig in den Knöllchen angeordnet sind und so der Luft eine große Berührungsfläche darbieten. Der im Zellsaft gelöste freie Stickstoff wird nun durch diese Bakteroiden aufgenommen und in solche Stickstoffformen übergeführt, die von der Pflanze assimilirt und als Nährstoff benutzt werden. Die Stickstoff-

[21]) Vergl. V. Meyer u. P. Jacobson, Lehrbuch d. organ. Chemie 1893, I, 401, 579, 902; E. Fischer, B. 1894, 3231. — Ueber das Vorkommen von Aldehyden in den Pflanzen s. Curtius u. Reinke, B. 1897, 201. — [22]) Saussure, Recherches chimiques 2c., p. 206. — [23]) Boussingault, Agronomie, chim. agric. et physiol. I, 1. — [24]) Winogradsky, Annal. de l'Institut Pasteur 1890, 4, 213, 257, 710; 1891, 5, 92, 577; Arch. p. science biolog. 1, 87; Centralblatt f. Bakteriologie 1896, II, 2, 415. — [25]) Hellriegel, Untersuchungen über die Stickstoffnahrung der Gramineen und der Leguminosen (1888.)

bakterien, die eben erwähnte Eigenschaften besitzen, sind an gewisse Böden gebunden; denn nicht überall haben die Leguminosen die Fähigkeit, Stickstoff aus der Atmosphäre zu entnehmen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen und auch dort die Schmetterlingsblütler zu kräftigerem Gedeihen zu bringen, wo der Boden die Knöllchenbakterien nicht enthält, hat man sog. Reinkulturen dargestellt, von denen speziell das Nitragin überall da, wo der Boden vorschriftsmäßig mit ihm geimpft wurde, günstige Erfolge erzielt hat.

Die Frage ist wohl berechtigt, warum man eigentlich den Stickstoff der Athmosphäre nutzbar machen will? — Nun, vorzugsweise aus wirthschaftlichem Interesse; denn erstens braucht dem Boden, der Stickstoffbakterien enthält, kein anderer Stickstoffdünger gegeben zu werden, wenn man Klee, Erbsen, Esparsette u. s. w. pflanzen will, und dann — und das ist in neuester Zeit das wichtigste — bilden derartig entwickelte Leguminosen, untergepflügt, direkten Ersatz für einen anderen Stickstoffdünger, der der Nachfrucht vorzüglich zu Gute kommt. Der Landwirth bezeichnet diese Art der Düngung als Gründüngung.

Es darf nicht übersehen werden, daß nur die Leguminosen die Fähigkeit haben,[26]) Stickstoff aus der Luft zu assimiliren, während allen übrigen Pflanzen diese Eigenschaft abgeht. Letztere sind in Folge dessen auf andere Stickstoffvorräthe angewiesen, die sie zum Theil durch die bei elektrischen Entladungen in geringen Mengen entstehenden Ammonverbindungen, zum Theil durch den verwesenden Stallmist erhalten. In allen Fällen ist man aber, wie man neuerdings erkannt hat, darauf angewiesen, Stickstoff in Form von Chilisalpeter, Ammonsalzen u. s. w. dem Boden zu geben, um ihm gute Erträge zu sichern. — Den zum Aufbau der Pflanze nöthigen Wasserstoff entnimmt letztere dem Wasserdampf der Atmosphäre und dem Wasser, das die Wurzeln aus dem Boden aufsaugen.

Bilden Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff die Elemente, aus denen sich der organische Pflanzenkörper aufbaut, so ist der Pflanze dieser Aufbau doch nur möglich, wenn sie genügend anorganische Stoffe im Boden selbst vorfinden kann, wie Liebig nachgewiesen hat. Von diesen anorganischen Pflanzennahrungsmitteln kommen außer Kieselsäure, Eisen, Kalk,[27]) Magnesia und Natron, die sich in jedem Boden in genügender Menge finden, Phosphorsäure und Kali in Betracht, deren vorherrschende Bestandtheile in der Asche aller Gewächse Liebig durch zahlreiche Analysen festgestellt hat. Auf sie ist also vor allen Dingen Rücksicht zu nehmen, wenn man Düngestoff von außen zuführen will. Diese Düngestoffe

[26]) Neuerdings hat man entdeckt, daß auch die Erle mit Hülfe von Wurzelknöllchen sich den Stickstoff der Atmosphäre dienstbar machen kann, ebenso nach Nobbe Elaeagnus und Podocarpus. Vergl. hierüber Hiltner, Versuchsstationen 1896, **46**, 160; Nobbe, das. 1894, **45**, 155 und 1892, **41**, 138; ferner Janse, Annal. d. Jardin bot. de Buitenzorg 1896, **14**, 66. — [27]) Siehe S. 510.

hat man lange Zeit dem Acker einverleibt, ohne es zu wissen — nämlich im Miste. Es wurden aber doch dem Boden alljährlich eine gewisse Menge anorganischer Salze entzogen und damit Unfruchtbarkeit der Aecker herbeigeführt. Man ließ deshalb die Aecker ein Jahr lang unbenutzt liegen und diese sog. Brachewirthschaft half wirklich die Fruchtbarkeit für gewisse Zeit erhöhen. Ohne Weiteres ist dies nicht verständlich, denn von außen her gelangten weder Kalisalze noch Phosphorsäure in den Boden, also müssen sie als von innen herauskommend gesucht werden. Und dem ist also. Jeder Boden enthält in größerer oder geringerer Menge alle den Pflanzen nöthigen Nahrungsmittel, aber in durchaus nicht direkt zugängiger Form, da diese Stoffe sich ursprünglich nur in festen Gesteinsarten vorfinden. Durch Einwirkung von Luft und Wasser, durch die durch Temperaturschwankungen hervorgerufene Ausdehnung und Zusammenziehung, durch Eindringen von Feuchtigkeit in die entstandenen Spalten, Frieren des Wassers u. s. w. findet eine fortwährende Bewegung und Veränderung des Bodens statt, ein Vorgang, den man mit „Verwitterung" bezeichnet. Hierdurch werden auch die scheinbar widerstandsfähigsten Gesteinsarten mit der Zeit vollkommen zertrümmert und die Zusammensetzung des Bodens so verändert, daß sich die Bestandtheile der Gesteine ganz gleichmäßig vertheilen, und damit sich in jedem Boden in größerer oder geringerer Menge den Pflanzen unentbehrliche Nährstoffe vorfinden. Ist letzterer so durch physikalische Vorgänge verändert worden, so tritt durch die Feuchtigkeit und die in ihm cirkulirende Kohlensäure noch eine chemische Umsetzung ein. Das Wasser im Verein mit der Kohlensäure greifen die unlöslichen Verbindungen an und führen sie in eine wasserlösliche, also den Pflanzen zugängliche Form über. Träte hierzu nicht noch die oben erwähnte Absorptionskraft des Bodens, so wäre die ganze Mühe, die sich die Erde in physikalischer und chemischer Hinsicht zum Zwecke der Pflanzenernährung giebt, verloren, da jeder Regen die gelösten Nährstoffe in die Tiefe schlämmen würde. Die Natur hat aber eben durch die erwähnte Absorptionsfähigkeit der Ackererde Vorsorge getroffen, daß dies nicht möglich ist. Damit ist die Wirkung der Brache erklärt: Durch die fortwährende Thätigkeit der Ackerkrume werden Pflanzenstoffe fabrizirt; dadurch, daß man sie aber nicht ausführt, erhält man eine genügende Düngung für die nächste Zeit. — Die eben beschriebene Verwitterung geht sehr langsam vor sich; es dauert eine ganze Reihe von Jahren, bis wirklich große Mengen Nährstoff für die Pflanze in aufnahmefähige Form gebracht werden können. Sind diese Mengen einmal aufgebraucht, dann tritt Unfruchtbarkeit ein, daher die bis dahin unerklärlichen Folgen des Raubbaues.

Es ist natürlich begründet, daß in Folge der überall verschiedenen Zusammensetzung der Ackerkrume nicht gleichmäßig viel Nährstoffe der Pflanze überall zugänglich gemacht werden können. Darum muß nach Liebig die Düngung von außen eingreifen: Kalisalze, phosphorsaure Salze und der ebenso wichtige, oben erwähnte Stickstoff



müssen in geeigneter Form dem Boden gegeben werden. Seit Liebig haben stetig Untersuchungen nach dieser Richtung stattgefunden, die durchaus noch nicht abgeschlossen sind; jedes Jahr bringt Abweichungen von dem vorigen; was man im Vorjahre als günstig empfahl, das hat sich oft im folgenden nicht bewährt, und immer neue Modifikationen müssen ausfindig gemacht werden, um die alten zu verbessern. Dazu ist auch der praktische Landwirth ein anderer geworden. Verachtete er früher die Theorien und hielt sich nur an „bewährte" Rezepte, so hat der wissenschaftliche Geist auch seinen konservativen Sinn durchdrungen: Heute glaubt er an die Theorien. Das hängt mit dem veränderten Studium zusammen. (Das hier Gesagte gilt für den Landbau im Allgemeinen. Vereinzelte Gegenden giebt es auch heute noch, wo man sich von jeder Theorie in der Bodenbestellung fernhält. Das ist z. B. noch im Rheingau z. T. der Fall, in dem ein Fortgeschrittener der künstlichen Dünger auf seinen Weinberg fahren würde, für einen „Chemiker" gehalten würde — ein Name, der dort als Schimpfwort gebraucht wird!) Früher brachte man die Söhne in die Lehre zu einem Landwirth, und damit hatten sie genug gelernt. Heutzutage hat man eingesehen, daß mit der Praxis allein nicht auszukommen ist und schickt daher seine Söhne auf landwirthschaftliche Hochschulen oder wenigstens in landwirthschaftliche Winterschulen. So hat in diesem Jahrhundert die Landwirthschaft enorme Fortschritte gemacht, und das ist nicht zu verwundern, denn auf einem Gebiete, auf dem ein Liebig thätig war, auf dem ein Maercker mit der hinreißenden Gabe seiner Beredsamkeit in der Verfolgung und Ausbauung Liebigscher Lehre die Zuhörer zur Begeisterung zu entflammen wußte, da mußten Erfolge kommen!

* * *

Wir wenden uns nun einem anderen Thema zu, dem der Entwicklung der physiologischen Chemie des Thierkörpers, der Zoochemie.

Die Zoochemie ist durchaus nicht neuen Datums. Bereits seit Jahrhunderten haben sich bedeutende Aerzte mit der Erforschung der

Maercker, Maximilian, geb. 25. 10. 1842 in Kalbe a. S., studirte in Greifswald und Tübingen Chemie, wurde 1871 Dirigent der Versuchsstation in Halle a. S., wo ihm 1872 ein Lehrstuhl für Agrikulturchemie errichtet wurde. Seit 1891 ordentlicher Professor daselbst. M. hat reformirend auf dem Gebiete der Feldbauversuche gewirkt und die Landwirthe zuerst zu selbständig auszuführenden Versuchen angeregt; besonders große Verdienste in allen Düngungsfragen und der Fütterungslehre, dem Spiritus- und Zuckergebiet ꝛc. — Schriften: Handb. d. Spiritusfabrikation (Berlin 1877, 7. Aufl. 1897); die Kalisalze und ihre Anwendung in der Landwirthschaft (das. 1880); das Flußsäureverfahren in der Spiritusfabrikation (das. 1891); Fütterung und Schlachtergebniß (mit Morgen, das. 1893); Die Kalidüngung in ihrem Werth für die Erhöhung u. Verbilligung der landwirthschaftlichen Produktion (2. Aufl. das. 1893) u. s. w. Sehr viele Aufsätze finden sich in allen landwirthschaftlichen Zeitschriften.

Vorgänge im lebenden Körper beschäftigt, ja, ein ganzes chemisches Zeitalter, das der jatrochemischen Forschung, ist nach den Bestrebungen der Chemiker jener Zeit, wie in der Einleitung erwähnt, genannt. Aber damals waren die Ergebnisse chemischer Forschungen noch äußerst gering. Die Jatrochemiker, Paracelsus, dieses ewig denkwürdige Gemisch von Genie und Charlatan, an der Spitze, hatten im Körper eine Säure und eine Lauge angenommen und alle vitalen Vorgänge durch Wechselbeziehungen dieser chemischen Flüssigkeiten erklärt. Das ist natürlich ein Unsinn, wenn sich auch nicht abstreiten läßt, daß Chemie und Physik in äußerst naher Beziehung zu den Lebenserscheinungen stehen; jedenfalls hat die Medizin außerordentlich gewonnen durch das Studium der physiologischen Chemie und kann heute eine sachgemäße ärztliche Behandlung nur auf ihrer gründlichen Kenntniß beruhen.

Es ist ein interessantes Studium, die Vorgänge im Thierkörper zu erforschen; aber ebenso interessant als schwierig; deshalb ist es auch erst möglich gewesen, mit Erfolg derartige Studien zu betreiben, als die Chemie sich bereits einer gewissen Entwicklung zu erfreuen hatte; somit ist die physiologische Chemie erst im letzten Jahrhundert zu gedeihlicher Entfaltung gelangt. Anfangs war allerdings davon noch nicht viel zu merken. Die großen Forscher der ersten Periode des neunzehnten Jahrhunderts widmeten sich vorzugsweise der anorganischen Chemie, und die Ergebnisse auf diesem Gebiete waren so mannigfaltige, daß das Studium der organischen Stoffe und der organischen Lebewelt zunächst ganz in den Hintergrund trat. Dazu hatte die Bevorzugung des anorganischen Gebietes auch ihre vollkommene Berechtigung: Erst durch dessen gründliche Beherrschung ist eine sichere Basis geschaffen, auf der sich die analytische Chemie ausbilden konnte, und vorzugsweise kommt sie ja bei der physiologischen Chemie in Betracht. In den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts treten die ersten Anreicherungen auf physiologisch-chemischem Gebiete auf; als man dazu überging, die organische Chemie mehr und mehr zu studiren. Nicht verstand man unter organischer Chemie das, was wir heute darunter verstehen: Die Chemie der Kohlenstoffverbindungen. Organisch galt damals so viel als lebendig, in Folge dessen organische Chemie eigentlich nur Phyto- und Zoochemie war. — Chevreuls Arbeiten über die Fette,[28]) sowie Tiedemann und Gmelins über die Verdauung[29]) bezeichnen bereits größere Fortschritte gegen frühere Arbeiten, die auf dem Gebiete versucht wurden. Einen direkten Wendepunkt für die Entwicklung der physiologischen Chemie bedeutet es, als Wöhler 1828 den Harnstoff aus Cyan-

[28]) Chevreul, Recherches chimiqes sur les corps gras d'origine animale (Paris 1823; neue Ausg. 1889). — [29]) Tiedemann u. L. Gmelin, Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen- und Darmkanal ins Blut gelangen, über die Verrichtung der Milz und die geheimen Harnwege (Heidelberg 1820); Dieselben, Die Verdauung, nach Versuchen (das. 1826—27, 2 Bde.).

säure, einer damals als anorganisch geltenden Säure, und Ammoniak darstellte, also bewies, daß ein in der organischen Natur (vorzugsweise im Harne der Fleischfresser) vorkommender Körper aus anorganischen Bausteinen aufzubauen war. Diese Entdeckung war epochemachend, da sie einer herrschenden Anschauung den Todesstoß zu versetzen drohte. Und ungefähr dreißig Jahre hat es gedauert, bis man sich über den Begriff „organische Chemie" geeinigt hatte.

Allerdings hat man schon zeitig gemerkt, daß man wohl vorläufig, wenn nicht überhaupt ganz, darauf verzichten müsse, alle sich abspielenden Lebensprozesse in ihrem Verlaufe, so die der Fettbildung, der sog. Ablagerung der Eiweißstoffe u. s. w. kennen zu lernen. Jedoch ist der praktische Werth der Ergebnisse in dieser Hinsicht nicht zu verkennen. — Auf anderen Gebieten hatte die physiologische Chemie bald bedeutende Fortschritte zu verzeichnen. Sog. organisirte Fermente, und, wie man in neuerer Zeit erkannt hat, ungeformte Fermente, die Enzyme, Körper, die die Eigenschaft haben, andere Stoffe zu zersetzen, ohne selbst eine Veränderung zu erleiden, waren aufgefunden worden; die Diastase, die die Eigenschaft hat, Stärkemehl in Zucker zu verwandeln, wurde im Speichel[30]) und im Pankreassekret[31]) nachgewiesen, während Schwann das Pepsin[32]) aus der Schleimhaut des toten Magens isolirte und so feststellte, daß dieses eine eiweißverdauende Kraft besitzt. Weiter die Verdauungsvorgänge studirend, fand Cl. Bernard im Pankreassafte ein Sekret, das die Fette verseift und dadurch verdaulich macht,[33]) wie auch andererseits die Zusammensetzung der Verdauungsflüssigkeiten und die Arten ihrer Abscheidung durch sorgfältige Untersuchungen erkannt wurde.

Weiter fallen in jene erste Blüthezeit der physiologischen Chemie Arbeiten Liebigs über das Fleisch,[34]) die berühmt wurden; dann solche Streckers über die Gallensäuren[35]) u. s. w. Kurzum, obgleich die damaligen Methoden, die zur Untersuchung in Betracht kamen, zum Theil noch recht mangelhaft waren, haben sie zu schönen Resultaten geführt. Besonders machte sich diese Mangelhaftigkeit geltend auf dem Gebiete der Blutuntersuchung, auf die speziell in den vierziger Jahren außerordentlich viel Mühe verwandt worden ist, ohne daß der Erfolg ein entsprechender gewesen wäre. Von Arbeiten ist besonders zu erwähnen die von C. Schmidt „Zur Charakteristik der epidemischen Cholera", die noch heute einen bleibenden Werth hat und

[30]) Das diastatische Speichelenzym wird jetzt meist Ptyalin genannt. S. Kastner, Arch. 1831. Entdecker dieses Enzyms ist Leuchs (1831). Vergl. auch Schwann, P. 30, 358. — [31]) Vallentin, Lehrbuch d. Physiologie, 2. Aufl. 1844. Vergl. auch Kühne, Verhandl. d. Heidelberger naturhistor. med. Vereins, Bd. I, 3, S. 194 (1876). — [32]) Arch. f. Anat. und Physiol. 1836, S. 90: P. 38, 358. — [33]) Vergl. Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie (Berlin 1881), S. 257. — [34]) Liebig, Chemische Untersuchungen über das Fleisch und seine Zubereitung zum Nahrungsmittel (Heidelberg 1847). Vergl. auch A. 62, 257. — [35]) A. Bd. 61, 65, 67, 70. —

nicht nur einen ausgezeichneten Aufschluß über diese Krankheit gegeben hat, sondern auch werthvolle Beiträge über die Aenderung der Zusammensetzung des Blutes in Krankheiten liefert. — Die wichtigste Entdeckung der physiologischen Chemie ist jedenfalls die Erweiterung der Kenntnisse über den gesammten thierischen Stoffwechsel gewesen. Und in dieser Beziehung sind auf den oben erwähnten Grundlagen große Fortschritte gemacht worden. Schon lange hatte man die Nothwendigkeit erkannt, die Gesetze der Thierernährung festzulegen; den Anstoß dazu hat Liebig gegeben, der diese Frage vom rein chemischen Standpunkte aus zu lösen suchte.

Liebigs Verdienst in dieser Hinsicht ist ganz besonders groß, wenn man sich vergegenwärtigt, wie abweichend seine Ansicht von der berühmter Physiologen, wie Tiedemann, Burdach und Anderer war, die durchaus nicht der Meinung waren, daß die Chemie eine Rolle bei der Verdauung spiele; sie schrieben im Gegentheil den Vorgängen im Organismus eine dem letzteren innewohnende Lebenskraft zu. Diesen Anschauungen trat Liebig in seinem Buch „die Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie (Braunschweig 1842)" besonders energisch entgegen. In der berühmt gewordenen Schrift bewies er, daß das Thier die Hauptbestandtheile des Blutes bereits in der Nahrung fertiggebildet vorfinden müsse, und unterschied zwei Gruppen von Nahrungsstoffen, plastische und respiratorische. Zu den ersteren rechnete er die Eiweißstoffe, die hauptsächlich als Aufbau des Gewebes dienen und die Quelle der Muskelkraft darstellen, zu den letzteren die Fette und Kohlenhydrate (Zucker rc.), deren Bedeutung er in der Erzeugung der thierischen Wärme erblickt. Seine Arbeiten über das Fleisch und die Muskelfasern sind für das praktische Leben von Wichtigkeit geworden, indem sich daran die Darstellung von Fleischextrakt knüpfte. Von dem Glauben an den Nährwerth des letzteren ist man übrigens in neuerer Zeit wieder etwas zurückgekommen. — Wenn heute auch Liebigs Theorien in mancher Hinsicht verbessert und ergänzt worden sind, in den Grundzügen hatte er doch das richtige getroffen; und vor Allem: Er ist bahnbrechend auf dem ganzen Gebiete des komplizirten Verdauungsvorganges gewesen. Auf seine Anregung hin sind vortreffliche Arbeiten entstanden, es mögen nur die von Bidder und Schmidt,[36]) Bischoff, Voit, Pettenkofer, Frerichs[37]) genannt werden. —

Es giebt kaum ein engeres Gebiet der Naturwissenschaften, das so intensiv und mit so vorzüglichen Resultaten bearbeitet worden ist, als das der Gährungs- und Fäulnißprozesse, seitdem erkannt ist, welche einschneidende Bedeutung für die Hygiene, sowie für die physiologische und pathologische Chemie im weitesten Sinne diese

[36]) Bidder u. Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel (Mitau und Leipzig 1852). — [37]) Näheres s. Zeitschrift f. Biologie, die fast alle diese Aufsätze enthält.

Vorgänge haben. Unter ihnen ist es vorzugsweise die alkoholische Gährung, die seit langen Jahren nicht nur praktisch betrieben wird — denn zu allen Zeiten kannte man berauschende und moussirende Getränke —, sondern deren Ursache auch schon lange gesucht wird. Lavoisier, der Schöpfer der modernen Chemie, machte den von ihm in die Wissenschaft eingeführten Prinzipien gemäß mit der Waage in der Hand den Versuch, den Vorgang der alkoholischen Gährung zu erklären. Er kam zu dem noch heute unbestrittenem Resultate, daß beim Gähren der Zucker verschwindet, indeß sich Alkohol und Kohlensäure bilden (nebst etwas Essigsäure). Ob dieser Zerfall des Zuckers durch Hefe bedingt ist, darüber machte er sich noch nicht viel Kopfzerbrechen. Fabroni (1787) kam erst hierauf in einer von der Florenzer Akademie gekrönten Arbeit zu sprechen;[38]) trotzdem seine Versuche recht viel Fehlerhaftes enthalten, entbehren sie doch nicht des Interesses. Allerdings treten sie weit gegen die berühmt gewordenen Versuche Gay-Lussacs zurück, der, auf interessante Experimente gestützt,[39]) den Gährungsvorgang als abhängig von der Gegenwart von Sauerstoff erklärte und damit lange Zeit das Gebiet der Chemie beherrschte. Er stützte sich auf eine Methode, die von Appert[40]) ausgegangen war und die auf einem lange bekannten Prinzip beruhte. Man hatte nämlich schon früher erkannt, daß, wenn man leicht zersetzliche organische Substanzen der Siedetemperatur aussetzte und dafür sorgte, daß während und nach dieser Operation die Luft keinen Zutritt fand, keinerlei Zersetzungserscheinungen eintraten. Das Zeitalter nach Lavoisier war bekanntlich das des Sauerstoffs, das heißt, alle chemischen Veränderungen suchte man durch ein Hinzutreten oder eine Entfernung des Sauerstoffs zu erklären. Es nimmt daher nicht Wunder, daß auch bei dem oben erwähnten Vorgang das Nichtzersetzen auf ein Austreiben des Sauerstoffs aus der betreffenden Flüssigkeit zurückgeführt wurde. Diese Ansicht war falsch, wie sich später ergeben hat; merkwürdig ist nur, daß einige Zufälligkeiten die Richtigkeit der Gay-Lussacschen Experimente beweisen.[41]) Lange Zeit blieb Gay-Lussacs Gährungstheorie die herrschende, so lange, bis ein anderer Weg zur Ergründung der Gährungserscheinungen eingeschlagen wurde; nämlich, daß der Gährvorgang nicht mehr rein chemisch erklärt wurde, sondern als anderen Ursachen entspringend.

Erxleben hatte in einer kleinen Abhandlung[42]) ganz nebensächlich die Bemerkung hingeworfen, daß die Hefe ein „vegetirender Organismus" sei und durch ihr Wachsthum die Gährung veranlasse. Da aber ganz abgesehen von der nebensächlichen Behandlung des Themas diese Erörterung in einer Schrift von rein praktischem Inhalte erfolgt war, fand sie nicht die verdiente Beachtung. Cagni-

[38]) A. ch. (1) 31, 300; auch Kopp, Gesch. d. Chemie IV, 298. — [39]) A. ch. (1) 76, 247. — [40]) S. Kopp, Gesch. d. Chemie IV, 290. — [41]) Vergl. Helmholtz, J. pr. 31, 434. — [42]) Erxleben, Güte und Stärke des Biers (Prag 1818), S. 64; vergl. Balling, Gährungschemie (1845) I, S. 159.

ard de Latour[43]) kam 1835, gestützt auf eingehende Beobachtungen, zu demselben Resultat und ebenso ganz selbstständig Schwann.[44]) Letzterer widerlegte zunächst die von Gay-Lussac aufgestellte Theorie, daß die Abwesenheit des Sauerstoffs allein die Ursache sei, daß Gährungserscheinungen nicht eintreten. Er bewies im Gegentheil, daß auch Luft, wenn sie vorher geglüht sei (wobei chemisch keine Veränderung eintritt), nicht die Fähigkeit besitze, Gährung einzuleiten. Er bemerkte dies zuerst bei Versuchen, die er nach der Appertschen Konservirungsmethode anstellte. Kochte er zur Gährung und Fäulniß neigende Substanzen aus und führte gewöhnliche Luft hinzu, so zeigten sich Zersetzungserscheinungen; glühte er dagegen die Luft, bevor er sie zuführte, und ließ sie unter geeigneten Vorsichtsmaßregeln hinzutreten, so zeigten sich keine Zersetzungserscheinungen. Hierdurch waren mehrere Dinge zugleich bewiesen: Zunächst war die Gay-Lussacsche Ansicht widerlegt, dann war festgestellt, daß in der atmosphärischen Luft ein gewisses Etwas vorhanden ist, das die Ursache der Gährungs- und Fäulnißerscheinungen enthielt und das durch Glühen zerstört werden kann, und drittens konnte man daraus schließen, daß spezifische Organismen ganz spezifische Zersetzungen herbeiführen. Schwann hatte somit die Anfangsgründe zu der später herrschenden „vitalistischen" Gährungstheorie gelegt, seine Versuche waren aber zum Theil noch recht unvollkommen, manche ergaben gerade das Gegentheil von dem, was er erwartete, und so ist es nicht zu verwundern, daß erst Pasteur die Hinfälligkeit der Gay-Lussacschen Sauerstofftheorie vollkommen bewies. Das was die Schwannschen Versuche mit Sicherheit feststellten, ist, daß der „Zuckerpilz" während der alkoholischen Gährung wächst und „höchstwahrscheinlich durch seine Entwicklung die Erscheinungen der Gährung veranlaßt."

Aber diese Erklärung des Gährungsvorganges war nicht geeignet, bei den damaligen Chemikern die nöthige Anerkennung zu finden. Gerade zu jener Zeit war man durch die enormen Fortschritte, die die Chemie in kurzer Zeit gemacht hatte, zu sehr geneigt, jede Erscheinung auf eine chemische oder physikalische Ursache zurückzuführen und mochte daher einer so bequemen Auslegung, wie der von Schwann, keinen rechten Glauben schenken. Es erschien denn auch anonym ein Artikel,[45]) der höchst satirisch die vitalistische Gährungserklärung verspottete und beschrieb: Es sei dem Verfasser gelungen, mit Hülfe eines vorzüglichen Mikroskops die kleinen Thiere, die den Gährvorgang verursachen, zu erkennen: „... Zähne und Augen sind nicht zu bemerken; man kann übrigens einen Magen, Darmkanal, den Anus (rosenroth gefärbten Punkt), die Organe der Urinsekretion deutlich unterscheiden ... Man sieht den Zucker sehr deutlich in den Magen gelangen. Augenblicklich wird er verdaut und diese Verdauung ist sogleich und aufs bestimmteste an der erfolgenden Aus-

[43]) A. ch. (2) 58, 206. — [44]) P. 117, 184. — [45]) „Das enträtselte Geheimniß der geistigen Gährung", A. 29, 100.

leerung von Excrementen zu erkennen. Mit einem Worte, diese Infusorien fressen Zucker, entleeren aus dem Darmkanal Weingeist und aus den Harnorganen Kohlensäure... Sobald die Thiere keinen Zucker mehr vorfinden, so fressen sie sich gegenseitig selbst auf, was durch eine eigene Manipulation geschieht u. s. w."

Ohne daß man es für nöthig hielt, die vitale Gährungstheorie auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen, ging man gegen sie vor, indem man sie dem allgemeinen Gelächter preisgab. Es ist dies charakteristisch für den großen Autoritätsglauben, der damals herrschte, denn es konnte doch nicht unbekannt bleiben, wer der Anonymus der Satire war. (Liebig natürlich.) Deswegen erscheint auch gar nicht auffällig, daß noch weitere Gährungstheorien aufgestellt werden konnten, die von den Schwannschen Versuchen auch nicht die geringste Notiz nahmen. Hier ist besonders die „mechanisch-chemische" Gährungstheorie von Justus von Liebig[46]) zu nennen. Durch elegante Beweisführung, sowie durch die Art, wie Liebig alle damals bekannten Thatsachen zusammenfaßte, hatte er sich volle Anerkennung seiner Zeitgenossen erworben. Die Elemente der gährungsfähigen Körper sind leicht beweglich — sagt er —, in Folge dessen können sie leicht ihre Lage ändern; zum Eintritt dieser Veränderung ist ein mechanischer Stoß hinreichend, und dieser wird durch den Gährungserreger, das Ferment, gegeben. Bis zum Jahre 1858 hielt sich diese Liebigsche Theorie; dann wurde sie angegriffen von Pasteur. Dieser erkannte, daß die Hefe eine pflanzliche Natur besitze und daß keine Gährung ohne organisirte Wesen möglich sei. Pasteur spricht sich, ebenso wie Schwann, sogar dafür aus, daß Gährungs- und Lebenserscheinungen und Wachsthum der Hefepflanzen aufs innigste zusammenhängen. Der berühmte Gährungschemiker A. Mayer hat dann die Pasteurschen Sätze dahin ergänzt und seine Ansicht blieb lange Zeit herrschend, daß es kaum ein kühner Schritt sei, „wenn man annimmt, daß der Zucker als Nahrungsmittel von dem Hefepilz aufgenommen, — Alkohol, Kohlensäure und die weiteren Gährungsprodukte als die wahren Exkrete von dem Pilze ausgeschieden werden" (Lehrb. d. Gährungschemie, 3. Aufl., S. 58).

Daß die mechanische der vitalen Gährungstheorie weichen mußte, ist erklärlich, denn jede neuangestellte Untersuchung bestätigte die pflanzliche Natur der Hefe mehr und mehr. Gegen den Eindruck, den Pasteur mit seinen Entdeckungen beim Publikum gemacht hatte, konnte Liebig nicht mehr aufkommen, obwohl er in einer neuen Schrift[47]) die von Pasteur erhaltenen Resultate, also die pflanzliche Natur der Hefe seiner mechanischen Theorie wohl anzupassen verstand.

Mayer, Adolf, geb. 9. 8. 1843 in Oldenburg, studirte Chemie, wurde 1875 Professor in Heidelberg und ist seit 1876 in Wageningen (Holland) Vorstand der Versuchsstation. — Schriften: Lehrbuch d. Agrikulturchemie (Heidelberg 1870 bis 1871, 4. Aufl. 1895, 2 Thle.); Lehrbuch d. Gährungschemie (das. 1874, neueste Ausgabe 1900); Die Lehre von den chemischen Fermenten ꝛc. (das. 1882) u. s. w.

[46]) A. 30, 250, 363. — [47]) A. 153, 1. —

Liebig betonte vor Allem, entgegen dem von Pasteur aufgestellten Satz, daß Hefenwachsthum und Gährung ganz getrennte Vorgänge seien. Pasteur blieb die Antwort nicht schuldig; aber die Gährungsfrage kam nicht vorwärts, denn beide Gegner beharrten bei dem einmal von ihnen eingenommenen Standpunkte. Ein Theil der deutschen Physiologen und Chemiker hat sich nicht entschließen können, den Pasteurschen Ansichten über die Gährung beizutreten, sondern nimmt an, daß in der Hefe ein Ferment sei; als Vertreter dieser Richtung sind zu nennen M. Traube und Hoppe-Seyler; aber ein Nachweis, daß diese Ansicht die richtige ist, konnte lange Zeit nicht geführt werden.

Wichtige Arbeiten auf dem Gährungsgebiete entstanden unterdessen. So hat man vor Allem die Hefepflanze an sich untersucht und gefunden, daß es zahlreiche Heferassen giebt, die zum Theil vollkommen von einander verschieden sind und ganz verschiedene Gährungsresultate liefern. Hier kommen zunächst in Betracht die vorzüglichen Arbeiten von Reeß,[48]) dann die epochemachenden Pasteurs[49]) und, als Krönung des Ganzen, die Einführung der Reinzuchthefe in die Praxis durch Chr. Hansen.[50]) Trotz der wirklich günstigen Resultate, die schon Reeß und Pasteur erzielt hatten, haftete ihren Arbeiten doch noch ein großer Fehler an. Der Mißstand lag darin, daß, wenn sie eine bestimmte Heferasse züchten und deren Entwicklung studiren wollten, sie durchaus nicht wissen konnten, ob die gezüchtete Hefe auch die Fortpflanzung der ursprünglich gemeinten Hefezelle sei. Es ist nämlich vollkommen möglich, daß im ersten Stadium eine Hefespezies zur Herrschaft kommt, die im nächsten Stadium von einer anderen Spezies unterdrückt wird. Wenn auch Pasteur diesen Fehler möglichst zu umgehen suchte, indem er nur sterilisirte Nährlösungen unter allen Vorsichtsmaßregeln impfte, so blieb das Unsicherheitsmoment doch bestehen, da dem Operateur das Ausgangsmaterial, womit er impfte, in seiner Zusammensetzung unbekannt war. Die so lange übliche Praxis hat Hansen mit Erfolg verbessert. Er er-

Hoppe-Seyler, Felix, geb. 26. 12 1825 in Freiburg a. U., studirte Medizin und Naturwissenschaften, wurde 1852 Arzt am Berliner Krankenhaus, 1860 außerordentlicher Professor der Medizin, 1861 Professor d. angewandten Chemie in Tübingen, 1872 Professor d. physiolog. Chemie in Straßburg. H.-S. ist einer der berühmtesten physiologischen Chemiker. — Schriften: Handbuch d. physiologisch-pathologisch-chemischen Analyse (Berlin 1858, 6. Aufl. 1893; Physiologische Chemie, das. 1877—81; H.-S. ist Herausgeber d. Zeitschrift f. physiologische Chemie (Straßburg, seit 1877.)

[48]) Reeß, Botanische Untersuchungen über die Alkoholgährungspilze (Leipzig 1870); Zur Naturgeschichte der Bierhefe (Annal. der Oenologie 2, 121). — [49]) Pasteur, Etudes sur la bière, — sur le vin, — sur le vinaigre (Paris 1876 ff.); — sur les microbes (mit Tyndall, 1878). — [50]) Siehe S. 507. Vergl. auch Grünhut, Die Einführung der Reinhefe in die Gährungsgewerbe (in der „Sammlung chem. u. techn. Vorträge, Stuttgart 1896".)

fand eine Methode, nach der man mit Sicherheit erkennt, daß man es nur mit einer einzigen Hefezelle (die Größe derselben ist z. B. bei Saccharomyces cerevisiae, der gewöhnlichen Bierhefe, 0,008 bis 0,009 mm) zu thun habe, und benutzte sie, indem er sie in geeignete Nährlösungen und dadurch zu kräftigem Wachsthum brachte, um eine ganz reine, einheitliche Hefespezies darzustellen, die er Reinzuchthefe nannte. Diese Reinzuchthefe wird heute in großem Maaßstabe dargestellt und hat, da man ihre Zusammensetzung genau kennt und danach das Gährungsresultat im voraus bestimmen kann, auf allen Gebieten des Gährungswesens bereits ausgedehnteste Anwendung gefunden.

Neuerdings ist man dazu übergegangen, der Weinbereitung wissenschaftlich etwas näher zu treten und auch aus diesem Zweig des Gährungsgewerbes die alte Empirie zu vertreiben. Das wird allerdings durchaus nicht leicht sein, da der Aberglaube der meisten Gebildeten noch immer daran festhält, ein sog. „Naturwein", d. h. ein Wein, der ohne Kenntniß jedweder physiologischer Vorgänge von Winzern hergestellt wird, sei besser und leichter bekömmlich als ein guter unter Sachkenntniß bereiteter. Aber vor der Einführung der Hansenschen Reinzuchthefe in die Brauerei wollte man auch dies Gebiet von jedem chemischen Eingriff bewahrt wissen, während heute Niemand mehr das Bier damaliger Brauart trinken würde. Und was dem Biere zu statten kommt, das muß doch auch dem Wein nutzen können! Deßhalb ist es mit Freuden zu begrüßen, daß die Wissenschaft auch für ihn fördernd einzugreifen, im Begriffe ist. Speciell hat bei der Weinbereitung die Reinzuchthefe eine große Zukunft, und sind es Arbeiten von Müller-Thurgau[51]) und besonders die von Wortmann,[52]) die das Weingebiet erfolgreich bearbeiten. —

Während man so große Fortschritte mit der Züchtung und Anwendung der Heferassen machte, hatte man sich noch nicht geeinigt, ob Gährung eine vitalistische oder eine chemische Erscheinung sei. C. von Nägeli hatte beide Theorien verworfen und eine „molekularphysikalische" an ihre Stelle gesetzt . Wir können eine nähere Erörterung dieser übergehen, da auch sie bereits als überlebt zu betrachten ist durch die neue, 1897 von Buchner aufgestellte Theorie,[53]) die in ausgezeichneten Versuchen beweist, daß die Gährung eine chemische Aktion ist und somit Liebig Recht behalten hat. Bislang war es nicht gelungen, die Gährung vom Wachsthum der Hefezellen

[51]) Müller-Thurgau, Neue Forschungsresultate auf dem Gebiete der Weingährung und deren Bedeutung für die Praxis (Mainz 1890). — [52]) Wortmann, Untersuchungen auf dem Gebiete der Weinbereitung (Mainz 1891); Die Verwendung und Bedeutung reiner Hefen bei der Weinbereitung (das. 1894). Ueber künstl. hervorger. Nachgährungen v. Weinen i. d. Flasche u. im Faß (Berlin 1897). — Vorkommen u. Wirkung lebender Organismen in farbigen Weinen (Berlin 1898). — [53]) Buchner, Fortschritte in der Chemie der Gährung (Tübingen 1897); ferner: B. **30**, 17, 1110, 2668; **31**, 568; vergl. auch Duclaux, Ann. Pasteur, **11**, 287, 348.

zu trennen, und daher konnte auch nicht entschieden werden, welche Partei Recht hatte. Buchner hat dies durch eine hervorragende Erfindung erreicht: Er zerrieb Preßhefe mit Kieselguhr (Infusorienerde), fügte noch etwas Wasser hinzu und preßte den Brei unter einem Druck von 500 Atm. durch ein geeignetes Filter. Die gewonnene gelbe Flüssigkeit enthielt, wie die bakteriologische Untersuchung ergab, nicht eine einzige Hefezelle, hatte dagegen die Eigenschaft, wie die frische Hefe, Zuckerlösungen zu vergähren. Buchner nahm daher an, daß die Hefe ein Enzym: die Zymase, enthalte, das allein die Gährung veranlasse. Wenn man auch heute noch nicht ganz darüber im Klaren ist, wie das Enzym aus der Hefezelle heraustritt und seine Gährthätigkeit entwickelt, so hat Buchner jedenfalls das große Verdienst, die vitalistische Anschauung des Gährvorganges widerlegt zu haben. Pasteurs Satz „keine Gährung ohne Organismen" behält nur insoweit Recht, als die Zymase das Produkt der Lebensthätigkeit der Hefezelle ist; mit der Gährung hängt sie aber nicht zusammen.

Eigenartige Stoffe hat zuerst Selmi gefunden, die sich bei der Verwesung in menschlichen Leichen bilden, und hat sie Ptomaine[54]) genannt. Sie sind von großer Wichtigkeit für den gerichtlichen Chemiker, weil sie außerordentliche Aehnlichkeit mit den Pflanzenalkaloïden (Strychnin u. s. w.) haben und, deshalb leicht zu Verwechslungen Anlaß geben können; wie solche auch schon vorgekommen sind. Das größte Interesse haben die Fäulnißerscheinungen naturgemäß für den Pathologen, weil derartige Vorgänge Ursachen vieler Krankheiten sind. Die Chemie ist hier zu Hilfe gekommen, daß sie Mittel und Wege zeigte, die Fäulnißerscheinungen zu erkennen und zu unterscheiden. Aus dieser Verbindung von Chemie und Pathologie hat sich eine ganz neue Wissenschaft herausgebildet, die Bakteriologie, die bereits heute von ganz außerordentlicher Bedeutung ist. — Ebenso großen Werth besitzt die Chemie, wo sie sich bestrebt, Heilmittel gegen die durch Mikroorganismen hervorgerufenen Vorgänge zu ersinnen. So hat z. B. die Chirurgie große Fortschritte zu verzeichnen, die durch Anwendung antiseptischer Mittel die Wundbehandlung in ganz neue Bahnen brachte: Die Listersche antiseptische Wundbehandlung mittelst Carbolsäure ist eine großartige Errungenschaft des 19. Jahrhunderts. — Die Entdeckung der gährungs- und fäulnißwidrigen Kraft der Salicylsäure hat ihren Keim in der Idee gehabt, die Salicylsäure zerfalle beim Durchgang durch den Organismus in Carbolsäure und Kohlensäure und wirke dadurch desinfizirend. In den letzten Jahren sind ferner noch eine ganze Reihe von Antiseptika entdeckt worden, die mehrere oder mindere Anwendung finden, jedenfalls aber für die hygienische Praxis von ganz außerordentlicher Bedeutung wurden. Eine geeignete Aufklärung, wie derartige Mittel wirken, hat man wohl angestrebt, aber noch nicht

[54]) Zur Geschichte desselben vergl. Beckurts, Ausmittelung giftiger Alkaloïde (Archiv Pharm. 1886, 1041.).

gefunden. Wahrscheinlich liegt die Kraft der fäulnißwidrigen Substanzen in ihrer Fähigkeit, zur Zersetzung geneigte Eiweißkörper zu fällen, also chemisch zu verändern; wenigstens wäre damit die Rolle, die die Antiseptika spielen, befriedigend erklärt. — Und noch auf einem anderen Gebiete der ärztlichen Praxis ist die Chemie von enormem Werthe gewesen; sie hat einen großen Arzneischatz dem Arzte zur Verfügung gestellt.[55])

Einige besondere Entdeckungen, die der Medizin durch die Chemie wurden, seien hier noch erwähnt. Es sind die segensreichen betäubenden und schlafbringenden Mittel gewesen: Chloroform, Aether, Lachgas (Stickoxydul), Chloral, Bromkalium, Sulfonal. Andere fieber- und schmerzstillende Mittel sind ebenfalls dem rastlosen Studium auf chemischem Gebiete zu verdanken: Das Antifebrin, Phenacetin, Antipyrin u. s. w. — Mit dem Wachsen des Arzneischatzes vermehrten sich auch die Aufgaben, die an den Apotheker herantraten; die pharmazeutische Chemie ist heute aufs innigste mit der Chemie verschmolzen, wie schon Kopp im Jahre 1844 sehr zutreffend äußert:[56]) „Immer mehr entfernte sich seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts die pharmazeutische Chemie von der Richtung, die sie noch im Anfange desselben befolgt hatte, wo sie von den Forschungen der rein wissenschaftlichen Chemie nur die Resultate entlehnte, welche mit der Anfertigung von Arzneien im nächsten Zusammenhange stehen. Immer mehr verknüpfte sich die pharmazeutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen; die Lehrbücher für die erstere, die früher nur Sammlungen empirischer Vorschriften gewesen waren, nahmen den Charakter gediegen wissenschaftlicher Werke an, und die zunächst für die Pharmazie gegründeten Zeitschriften wurden zu wichtigen Sammlungen für die reine Chemie". —

Vom chemischen Unterricht.

Die Unterrichtslaboratorien sind Schöpfungen des neunzehnten Jahrhunderts, aber in den ersten Jahrzehnten desselben waren Anstalten, wie wir heute sie kennen, noch unbekannt; die Chemie galt eben noch als Nebenzweig anderer Wissenschaften, wie Physik, Mineralogie, Anatomie, und mußte in Folge dessen sich begnügen, neben ihnen ein kümmerliches Dasein zu fristen. In Frankreich, wo sich gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts zuerst die wissenschaftliche Erkenntniß Bahn gebrochen hatte, empfand man den Mangel an geeigneten Lehrmitteln und suchte ihm abzuhelfen. Vauquelin hatte dort in einem allerdings sehr kleinen Laboratorium einen Unterrichtskursus eingerichtet und Gay-Lussac und Thénard wirkten, wenn auch in ganz kleinem Kreise, seit Ende des

[55]) Vergl. H. Thomas, Die Arzneimittel der organischen Chemie. — [56]) Kopp, Geschichte d. Chemie, II, 119.

ersten Jahrzehnts als Lehrer. Die Gründung des eigentlichen Unterrichtslaboratoriums haben wir unserem großen Liebig zu verdanken.

Schon längere Zeit vor seinem Auftreten hatte man, speziell in Frankreich, die Wichtigkeit von Experimentalvorträgen erkannt; dort war es Rouelle (1703—1770), der sehr Tüchtiges leistete. Wie Hoefer in seiner „Histoire de la chimie" schreibt, wirkten zu damaliger Zeit zwei Professoren der Chemie gleichzeitig, von denen Einer die Theorie chemischer Prozesse vortrug, während der Andere deren praktische Ausführung zeigte. Der Erstere ermüdete naturgemäß durch den trockenen Vortrag seiner Lehren die Zuhörer, während der Letztere, in diesem Falle Rouelle, das Auditorium begeisterte. Es kam, nach Hoefer, durchaus nicht selten vor, daß Rouelle sich bei seinem Vortrage der Perrücke und einzelner Kleidungsstücke entledigte, wenn er ins Feuer gerieth (II, 378). — In Deutschland hatte man dazumal und leider auch noch viel, viel später durchaus keinen Begriff davon, daß die Chemie eine Wissenschaft sei; im Gegentheil, mit Vorurtheilen verfolgte man sie und suchte der jungen, sich kühn eindrängenden Disziplin mit allen Mitteln entgegenzuarbeiten. Aber die Dünkel- und Dunkelmänner, die einen Strom von Geist und Energie hemmen wollten, unterlagen; sie wurden von Liebigs Genie zu Falle gebracht. Wenn man das Leben dieses in seiner Art einzigen Mannes verfolgt, sieht man, welche Entwicklung die Chemie in Deutschland genommen hat, aber auch, welche harten Kämpfe der große Meister gegen Böswilligkeit und Bornirtheit zu bestehen hatte. — Liebig zuerst hatte erkannt, daß chemischer Unterricht nur Erfolg habe, wenn er von ausgiebigen praktischen Arbeiten begleitet ist. In diesem Sinne und in der Absicht, seine Ideen auszuführen, koste es, was es wolle, trat er 1824 die Gießener Professur an. 21 Jahre alt, ohne daß er in Gießen studirt oder dort promovirt hätte, wurde er auf Empfehlung Humboldts dorthin auf den Lehrstuhl für Chemie berufen, der überhaupt erst für ihn geschaffen wurde. So etwas war in der Geschichte der Universität noch nicht dagewesen! Liebig galt daher als Eindringling und wurde von den anderen Professoren als nicht ebenbürtig behandelt. Die Regierung kam ihm auch nicht entgegen: sie hatte dem jungen Professor statt eines Laboratoriums vier leere Wände gegeben; alles Andere mußte er selbst anschaffen und das bei einem Jahresgehalt von 800 Gulden!

Als er durch seine Wirksamkeit der Universität Gießen in zehn Jahren europäischen Weltruf verschafft hatte, verlangte er Aufbesserung des Gehaltes, sowie Vergrößerung des Unterrichtslaboratoriums — Beides wurde abgeschlagen. Da übermannte ihn die Wuth, und er schrieb von Baden-Baden aus, wohin er sich zur Stärkung seiner zerrütteten Gesundheit begeben hatte, an den Kanzler Linden einen Brief, der für die Entwicklung der Geschichte der Chemie so denkwürdig ist, daß einige Stellen daraus mitgetheilt werden mögen:

„. . . Mir ist Gewißheit nöthig, was ich in Gießen zu erwarten habe. Auf das Aeußerste getrieben, werde ich diesen Winter nicht mehr

dahin gehen, gleichviel ob ich Urlaub erhalte oder nicht. Ich werde diesen Schritt zu rechtfertigen wissen, denn es ist wohl Niemand an der Universität in auffallenderer Weise als ich gemißhandelt worden.

„Mit 800 Gulden Besoldung kann man in Gießen nicht leben. Gemeinschaftlich mit einigen anderen Kollegen bin ich vor vier Jahren um eine Besoldungserhöhung eingekommen, sie ist uns abgeschlagen worden. Sie (der Kanzler Linden) haben mir mit Lächeln versichert, daß die Staatskasse keine Fonds besitzt; ich habe daraus gesehen, daß Sie Kummer nud quälende Nahrungssorgen nie gekannt haben.

„Von diesem Augenblicke an habe ich durch unablässiges Arbeiten mir eine unabhängige Stellung zu erwerben gesucht; meine Anstrengungen sind nicht ohne Erfolg geblieben, aber sie sind über meine Kräfte gegangen, ich bin dabei invalid geworden; und wenn ich jetzt, wo ich den Staat nicht mehr bedarf, erwäge, daß mit einigen elenden hundert Gulden meine Gesundheit in früheren Jahren nicht gelitten hätte, indem mein Leben sorgenfreier gewesen wäre, so ist für mich der härteste Gedanke, daß meine Lage Ihnen bekannt war.

„Die Mittel, welche das Laboratorium besitzt, sind von Anfang an zu gering gewesen. Man gab mir vier leere Wände statt eines Laboratoriums; an eine bestimmte Summe zur Ausstattung desselben zur Anschaffung eines Inventariums ist trotz meiner Gesuche nicht gedacht worden. Ich habe Instrumente und Präparate nöthig gehabt, und bin gezwungen gewesen, jährlich 3—400 Gulden aus eigenen Mitteln dazu zu verwenden; ich habe neben dem Famulus, den der Staat bezahlt, einen Assistenten nöthig, der mich selbst 320 Fl. kostet; ziehen Sie beide Ausgaben von meiner Besoldung ab, so bleibt davon nicht soviel übrig, um meine Kinder zu kleiden ...

„Ich will nicht mehr von mir sprechen, meine Rechnung mit Gießen ist abgeschlossen; mein Weg ist nicht der Weg der Reptilien, ob dieser auch der leichteste, wenn auch schmutzigste ist. Das Gesagte wird hinreichen, um meinen Entschluß bei dem Ministerium und bei dem Fürsten zu rechtfertigen, daß ich diesen Winter in Gießen nicht lesen kann ... Wenn ich gesund bin, wird es mir an Kraft nicht fehlen, eine Art Universität für meine Lehrzweige auf eigene Hand zu errichten. Wird es mir nicht erlaubt und erhalte ich meinen Abschied, so befreit mich dieser von dem Vorwurf der Undankbarkeit gegen das Land, aus dessen Mitteln meine Ausbildung möglich war. Ich habe manches Unrecht, manches falsche Urtheil zu tragen gelernt, aber dieser Vorwurf wäre für meine Schultern zu schwer."

Der Brief hatte Wirkung, Liebigs Wünsche wurden erfüllt. Man muß aber nicht meinen, daß danach für ihn die Wege vollkommen geebnet wären, oder daß sonstwo andere Laboratorien nur aus der Erde emporgeschossen wären, als das Gedeihen des Gießener Instituts kund wurde. Dazu hat es noch größere Kämpfe von Seiten Liebigs gekostet, der mit der Feder und der Wucht vernichtender Kritik noch oftmals gegen den Dünkel der Schulmeister und die Blasirtheit der Staatsmänner zu Felde ziehen mußte. Kolbe

schreibt in seiner Erinnerungsschrift an J. von Liebig[1]) ganz zutreffend: „Die Universitäten gelten als Abrichtungsanstalten für den künftigen Staatsdienst. Wie konnte die Chemie, diese zersetzende, also gefährliche Wissenschaft, doppelt gefährlich zu einer Zeit, wo man in den Studenten und später auch in den Professoren staatsgefährliche Demagogen witterte, Förderung von den Regierungen erwarten? Wozu Geld für Chemie ausgeben, welche den Theologen, Philosophen, Juristen und anderen Staatsdienern keinen Nutzen brachte, wovon höchstens der Mediziner ein klein Wenig zu lernen brauchte?“ — Zu großer Berühmtheit, und dies auch in andern als chemischen Kreisen, gelangte Liebigs Schrift: „Ueber den Zustand der Chemie in Preußen“.[2]) Er geißelt in scharfer Sprache das damalige Preußen, „das sich so gerne den Staat der Intelligenz nennen höre, das aber nicht einmal so viel Intelligenz besitze, um die Bedeutung der Chemie zu begreifen“. Wie Recht er hatte, ergiebt sich schon daraus, daß keine der drei großen Celebritäten damaliger Zeit: Liebig, Wöhler und Bunsen, in Preußen einen Lehrstuhl inne hatten. Man hätte ihnen das auch gar nicht zumuthen können, denn die Verhältnisse waren daselbst mehr wie jämmerliche. Von den in Preußen wirkenden bedeutenden Chemikern entbehrte H. Rose lange Zeit auch der nöthigsten Mittel für den Unterricht, denn er empfing an Staatszuschuß keinen Pfennig; Rammelsberg und Mitscherlich blieben gleichfalls fast ohne Unterstützung. Letzterer erhielt zwar 4—500 Thaler, doch reichten diese kaum für die Kosten seiner eigenen Untersuchungen aus. Welch grenzenlose Verkennung der Wichtigkeit der Chemie, daß Männer von solcher Bedeutung nicht von Staatswegen unterstützt wurden! Preußen hat nicht umsonst lange Zeit unter den Folgen der Einseitigkeit und Beschränktheit seiner Kultusminister zu leiden gehabt. — Außerpreußische Hochschulen erwiesen sich verständnißvoller: In den dreißiger Jahren wurde in Göttingen für Wöhler ein Unterrichtslaboratorium gebaut, für Bunsen in Marburg 1840; Leipzig folgte 1843. Und während in den fünfziger Jahren fast in allen anderen deutschen Universitäten zweckentsprechende Institute ins Leben gerufen wurden, wurden Berlin und Bonn erst in den sechziger Jahren mit einem eigentlichen Laboratorium bedacht. So langer Zeit bedurfte es, bis auch Preußen Liebigs Mahnworte begriff! . . .

Die Laboratorien sind im Laufe der Zeit fortwährend zweckentsprechend verbessert worden, und seitdem die Chemie sich zu ihrer jetzigen Größe emporgeschwungen hat, hat man auch Institute ins Leben gerufen, die Spezialgebieten dienen. Wir haben jetzt Laboratorien, in denen chemisch-physikalische, agrikulturchemische, technologische, physiologisch-chemische, pharmazeutische und hygienische Untersuchungen ausgeführt werden. Und wie haben sich erst die Einrichtungen dieser Laboratorien verändert: welche Unmenge von Apparaten, reinen Reagentien stehen im Vergleich zu früher zu Ge-

[1]) J. pr. 8, 439. — [2]) A. 34, 97 und 355.

bote! Es berührt ganz eigenartig, wenn wir Wöhlers Schilderung über das Laboratorium Berzelius lesen: „Als er mich in sein Laboratorium führte, war ich wie im Traume, wie zweifelnd, ob es Wirklichkeit sei, daß ich mich in diesen klassischen Räumen befinde. Neben dem Wohnzimmer gelegen, bestand es aus zwei gewöhnlichen Stuben mit der einfachsten Einrichtung; man sah darin weder Oefen noch Dampfabzüge, weder Wasser- noch Gasleitung. In der einen Stube standen zwei gewöhnliche Arbeitstische von Tannenholz; an dem einen hatte Berzelius seinen Arbeitsplatz, an dem andern ich den meinigen. An den Wänden waren einige Schränke mit den Reagentien aufgestellt, die nicht in allzureicher Auswahl vorhanden waren, denn als ich zu meinen Versuchen Blutlaugensalz bedurfte, mußte ich es mir von Lübeck erst kommen lassen. In der Mitte der Stube standen die Quecksilberwanne und der Glasblasetisch, letzterer unter einem in den Stubenofenschornstein mündenden Rauchfang von Wachstaffet. Die Spülanstalt bestand aus einem Wasserbehälter von Steinzeug mit Hahn und einem darunter stehenden Topfe. In dem andern Zimmer befanden sich die Wagen und anderen Instrumente, nebenan noch eine kleine Werkstatt mit Drehbank. In der Küche, in der die alte gestrenge Anna, Köchin und Faktotum des nordischen Meisters, der damals noch Junggeselle war, das Essen bereitete, standen ein kleiner Glühofen und das fortwährend geheizte Sandbad.“ — Man kann die Leistungen der alten Meister erst schätzen lernen, wenn man sie in den Werkstätten aufsucht. —

* * *

Wie ersichtlich, hat die Chemie seit hundert Jahren eine lange Wegstrecke ruhmvoll zurückgelegt: sich zwischen die alten Wissenschaften drängend, den einmal erstrittenen Platz zähe behauptend, bald auch darüber hinausgreifend und angreifend; nicht auf Studirstube und Laboratorium beschränkt, sondern keck ins Leben tretend, um zu beherrschen. So bestätigt die Entwickelung der Chemie im neunzehnten Jahrhundert Comtes Leitsatz, daß Wissen: Voraussicht, Voraussicht: Macht sei. Das Kind des Revolutionszeitalters, an dessen Wiege Lavoisier stand, ist zum Riesen geworden, der auf gewaltigen Schultern den wissenschaftlichen und technisch-praktischen Fortschritt mitträgt, zum Zauberer, der wie jener Derwisch in „Tausend und eine Nacht“ dem Abdallah, so der Kulturmenschheit durch sein magisches Wort die geheimen Thore zu unermeßlichen Schätzen öffnet. Und daß auf der zurückgelegten Straße, je näher wir zur Gegenwart rückten, desto mehr und mehr Vertreter deutscher Wissenschaft und deutschen Gewerbefleißes sich als weges- und landeskundige Führer erwiesen haben, darf uns mit der frohen Hoffnung erfüllen, daß auch bei der weiteren Aufschließung der noch unbekannten Gebiete chemischer Erscheinungen Deutschland sich fortgesetzt rühmlichst bethätigen wird.

Das Deutsche Jahrhundert
Abtheilung XII.

Geschichte
der
biologischen Wissenschaften
im
neunzehnten Jahrhundert

von

Carus Sterne
(Dr. Ernst Krause).

Berlin 1901.
Verlag von F. Schneider & Co.
H. Klinsmann.

Einleitung.

Am 1. Januar 1801, dem Neujahrstage des XIX. Jahrhunderts, entdeckte Piazzi in Palermo die Ceres, den ersten der jetzt nach Hunderten zählenden kleinen Planeten oder Planetoiden, welche in dem weiten Zwischenraum der Mars- und Jupitersbahn um die Sonne kreisen. Betrachten wir nun heute auch die Planeten nicht mehr als die Herolde oder Propheten einer Weltregierung, die ihre Vorhaben vorher ankündigt, so dürfen wir jetzt doch rückschauend sagen, es war ein würdiger Anfang des Jahrhunderts, dessen vornehmsten Ruhm die Fortschritte der Naturwissenschaften gebracht haben. Und daran nahmen die biologischen Wissenschaften, d. h. die Forschungen, welche sich mit der lebenden Natur beschäftigen, vielleicht den reichsten Antheil. Früher halb geringschätzig als die „beschreibenden Naturwissenschaften" bezeichnet und von den rechnenden über die Achsel angesehen, sind sie in diesem Zeitraum in die vorderste Reihe der den Geist bildenden getreten. Können sie sich auch darin, was sie für das Wohlbefinden der Menschen und den materiellen Fortschritt leisteten, nicht entfernt mit dem messen, was z. B. Physik und Chemie boten, so schenkte die biologische Forschung doch Höheres, indem sie dem Menschen eine seines Geistes würdige Weltanschauung bereitete. Wenn jene unter ihren Ruhmestiteln anführen dürfen, daß sie die Entfernungen verkleinert, und die Menschen aller Erdtheile zu Nachbarn gemacht haben, daß sie ihnen durch Dampfkraft und Elektrizität die Handarbeit erleichterten und in der chemischen Produktion dem Nationalreichthum Millionen zuführten, so beseitigte die biologische Forschung die anthropozentrische Weltanschauung, in deren Banden die Menschheit bis dahin geschmachtet hatte, indem sie zeigte, daß das All nicht blos für den Menschen da ist und daß es sehr eitel gewesen war, alles, was in der Natur vorgeht, auf ihn zu beziehen.

Noch das XVIII. Jahrhundert war ein Zeitalter des unbedingtesten und rücksichtslosesten Glaubens an die Mittelpunkts- und Herrschaftsstellung der Menschen in der Natur gewesen. Sonne und Mond waren dazu da, die Zeiten zu machen, ihm zu leuchten und

37*

seine Speise wachsen zu lassen; wenn ihr Dasein auch noch andern Wesen zu Gute kam, so geschah das gewissermaßen nebenbei. Die Blumen und Früchte hatten keinen höheren Zweck, als sein Auge zu erfreuen und seinen Gaumen zu erquicken; die Tiere des Waldes, Wassers und der Luft hatten ihm Fleisch, Felle und Federn zu liefern und seiner Lust an Jagd und Fischerei Vorschub zu leisten, die Zug- und Lasttiere waren erschaffen, um seine Arbeit zu erleichtern, der Hund um sein festes und bewegliches Habe zu bewachen. Selbst die niederen Tiere, von denen er keinen unmittelbaren Nutzen empfängt, sollten doch keinen andern Zweck erfüllen, als durch ihre Formen-Mannigfaltigkeit und Farbenpracht seine Sinne zu erfreuen und zu beschäftigen, um damit etwa seine Mußestunden mit Gemüths- und Augen-Ergötzung auszufüllen.

Nach der Herkunft der Thiere und Pflanzen brauchte man ebenso wenig weiter zu fragen, wie nach derjenigen von Sonne, Mond und Sternen, Erde und Meer. Sie waren mit allen ihren Vollkommenheiten aus der Hand des Schöpfers hervorgegangen, und in aller Ewigkeit unveränderlich. So war es „geschrieben" und so galt es; selbst solche vermittelnden Ansichten, wie sie die Kirchenväter, z. B. der heilige Augustin, in den ersten Jahrhunderten zugelassen, von der allmählichen und mittelbaren Schöpfung (creatio indirecta) galten den orthodoxen Naturforschern, — denn andere gab es kaum — für unerlaubt und sündhaft. Die großen Biologen des siebenzehnten und achtzehnten Jahrhunderts, wie Swammerdamm, Ray, Linné und so viele andere hatten ausschließlich in diesem Sinne gesammelt, beobachtet und zergliedert; eine ganze Bibliothek naturwissenschaftlicher Werke wurde lediglich zu dem Zwecke zusammengeschrieben, die anthropozentrische Richtung der gesammten Naturherrlichkeit zu erweisen. Auf Derhams Astro-, Physico-, Hydro- und Pyrotheologia (1712—13) waren Lessers Gesteins-, Insekten- und Schalthier-Theologieen (1735, 1738, 1744) gefolgt, Rohr schrieb eine Pflanzen-Theologie (1739) Malm und Richter lieferten Fischtheologien (1751 und 1754), Zorn eine Vogel-Theologie (1742), Schierach eine Bienen-Theologie (1767) u. s. w. Für die nicht so unbedingt dem Menschen nützlichen Dinge, z. B. die schädlichen Insekten, hatte man natürlich die alte Erklärung bei der Hand, daß sie Straf- und Besserungswerkzeuge seien und in diesem Sinne schrieb Rathlef eine Heuschrecken-Theologie (1750), Ahlwardt eine Blitz- und Donner-Theologie (1745) und Prens sogar eine Erdbeben-Theologie oder „Verherrlichung Gottes aus den Erdbeben" (1772).

Aus diesem Taumel der kleinlichen und eiteln Selbstverherrlichung des „Herrn der Schöpfung" für dessen Wohlbefinden und Unterhaltung das gesammte Weltall in Anspruch genommen wurde, hat nun das „naturwissenschaftliche Jahrhundert" die Menschheit etwas unsanft herausgerissen, aber dennoch wird diese „Entschuppung" der Augen in künftigen Zeiten wahrscheinlich seinen Hauptruhmestitel

ausmachen. Denn nächst dem Zeitalter des Kopernikus, welches uns aus dem Mittelpunkts-Traume, dem Glauben, daß die ganze Welt sich um uns drehe, erweckte, hat die Weltanschauung keinen größeren Fortschritt zu verzeichnen, als den durch biologische Vertiefung eroberten Gedanken, daß der Mensch inmitten und nicht über der Natur steht und daß die Zweckmäßigkeit im Bau und die Schönheit der lebenden Wesen ihnen selbst zu Gute kommt, und nicht für andere berechnet ist. Dem geozentrischen Standpunkt mußte der anthropozentrische folgen und diese Großthat haben allein die biologischen Wissenschaften vollbracht.

In Wirklichkeit war schon vor Anbruch des XIX. Jahrhunderts der Boden der alten Weltanschauung stark unterminirt; man merkte es an der Oberfläche nur nicht so deutlich. Die Encyclopädisten, Diderot voran, hatten der Anschauung von einem allgemeinen Werden der Dinge das Wort geredet, Buffon mit dem Gedanken gespielt, daß man an Stelle der einmaligen Schöpfung, die Idee einer allmählichen Entwickelung setzen könne, wenn man den Lebensformen Veränderlichkeit zugestehe. Er hatte sich hernach, als die Sorbonne mit Maßregelung drohte, „löblich unterworfen" aber Benoit de Maillet (1659—1738) ein lothringischer Edelmann, der französischer General-Konsul in Kairo und Livorno gewesen war, hatte in seinem Telliamed (1735), der erst nach seinem Tode im Druck erschien (1748), ein Phantasiebild von der Entwickelung des Lebens auf der Erde gegeben. Dann hatte Lamettrie in seinem vielgeschmähten Buche l'homme machine (1746) wie schon im Alterthum Galen auf die Einheit des Bauplanes aller Wirbelthiere hingewiesen und Maupertuis, der Präsident der Berliner Akademie, in seiner unter dem Pseudonym des Erlanger Doktor Baumann erschienenen Dissertation über das allgemeine Natursystem (Erlangen 1751) eine Entwicklungslehre aufgestellt, die derjenigen der modernen Hylozoisten ähnlich war und von einem „Gedächtniß der Materie" ausging, deren „Gedächtnißfehler" die Mißgeburten darstellen würden, ganz wie bei späteren Darlegungen.

Auch Kant hatte solche Gedanken schon bei Abfassung seiner allgemeinen Naturgeschichte des Himmels (1755) erwogen, und kam in seiner „Kritik der Urtheilskraft" (1790) näher darauf zurück, indem er schrieb: „Die Uebereinkunft so vieler Thiergattungen in einem gewissen gemeinsamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, sondern auch in der Anordnung der übrigen Theile zu Grunde zu liegen scheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundrisses durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Einwickelung dieser und Auswickelung jener Theile eine so große Mannigfaltigkeit von Spezies hat hervorbringen können, läßt einen, obgleich schwachen Strahl von Hoffnung in das Gemüth fallen, daß hier wohl etwas mit dem Prinzip des Mechanismus in der Natur, ohne welches es überhaupt keine Naturwissenschaft geben kann, auszurichten sein möchte. Diese Analogie der Formen, sofern sie bei aller Verschieden-



heit einem gemeinschaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu sein scheinen, verstärkt die Vermutung einer wirklichen Verwandtschaft derselben in der Erzeugung von einer gemeinschaftlichen Urmutter durch die stufenartige Annäherung einer Thiergattung zur andern, von derjenigen an, in welcher das Prinzip der Zwecke am meisten bewährt zu sein scheint, dem Menschen, bis zum Polyp, von diesem sogar bis zu Moosen und Flechten und endlich zu der niedrigsten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie, aus welcher und ihren Kräften nach mechanischen Gesetzen (gleich denen, wonach sie in Krystallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns im organisierten Wesen so unbegreiflich ist, daß wir uns dazu ein anderes Prinzip zu denken genöthigt glauben, abzustammen scheint. Hier steht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer ältesten Revolutionen, nach allem ihm bekannten oder gemuthmaßten Mechanismus derselben jene große Familie von Geschöpfen . . . . . entspringen zu lassen. Er kann den Mutterschooß der Erde, die aber aus ihrem chaotischen Zustande herausging (gleichsam als ein großes Thier) anfänglich Geschöpfe von minder zweckmäßiger Form, diese wiederum andere, welche angemessener ihrem Zeugungsplatze und ihrem Verhältnisse untereinander sich ausbildeten, gebären lassen . . . . . ." Aber nachdem Kant sich so hoch verstiegen, ergreift ihn der Schwindel und er erklärt diese ganze Betrachtungsweise für ein „gewagtes Abenteuer der Vernunft", und bezweifelt, daß jemals ein Newton erstehen werde, welcher das organische Wachsthum mechanisch erklären könne.

Ernsthafter als diese „Gedankensünden", welche sich gegen das Dogma von der einmaligen Schöpfung und der Unveränderlichkeit ihrer Lebensformen richteten, waren die Angriffe, die sich schon damals gegen das nothgedrungene Supplement der Konstanzlehre, gegen die Präformations-Theorie (auch Evolutionstheorie im älteren Sinne oder Metamorphosenlehre genannt) gerichtet hatten. Wenn nämlich die Lebewesen sich infolge der Zeugung aus einem Ei oder aus bloßen Nahrungssäften neu bilden könnten, so wäre damit auch die Annahme gerechtfertigt, sie könnten sich auch ein erstes Mal neugebildet haben, eine solche Annahme vertrüge sich also nicht wohl mit der herrschenden Konstanzlehre. Swammerdamm (1637—1685) hatte einen Ausweg gefunden. Durch einen besonderen Kunstgriff war es ihm gelungen, den Schmetterling schon in der sich eben zur Verpuppung anschickenden Raupe, diese vermeintlich schon im Ei, und die junge Nelke angeblich schon im Samen mit dem Mikroskope zu entdecken und berauscht von dieser willkommenen Wahrnehmung ruft er aus: „Um in zwei Worten eine Meinung zu äußern, ich glaube, daß es keine wahre Erzeugung in der Natur giebt und noch viel weniger eine Urzeugung: die Entstehung der Wesen ist vielmehr nur eine Enthüllung (Evolution) ihrer schon vorhandenen Keime".

Dieses Fündlein, welches zugleich den unleidlichen Begriff

Daniel Sennerts (1572—1637) von dem Artgeist, oder der Keimseele, welche den Keim oder Embryo zu seiner endlichen Gestalt zu führen bestimmt sein sollte, und daher mehr Anatomie verstehen mußte, als ein Professor der Botanik oder Zoologie, zu beseitigen schien, wurde von den damaligen Biologen mit wahrer Begeisterung aufgenommen, und Bonnet (1720—1793) schrieb mit rührender Offenheit: „Die Philosophie hat, nachdem sie ihre Unfähigkeit, die Bildung der organischen Körper mechanisch zu erklären, erkannt hat, den glücklichen Einfall gehabt, daß sie in der Gestalt von Keimen oder organisirten Körpern seit jeher in ganz kleiner Form vorhanden waren." Leibniz und Albrecht von Haller (1708 bis 1777) hatten die Idee der ineinander geschachtelten mikroskopischen Keime, die man im Leibe der Eva auf 20000 Millionen Menschenkeime berechnete (Blumenbach), mit Begeisterung aufgenommen, und als Wolff in seiner am 28. November 1759 zu Halle vertheidigten Promotionsschrift auf Grund sorgfältiger Beobachtungen am Pflanzenkeim, das alte Vorurtheil vom Vorausgeschaffensein aller lebenden Wesen bekämpfte, und zeigte, daß es sich in der jungen Pflanze um eine reine Neubildung (Epigenesis) handle, als er denselben Nachweis 1768 in seiner Schrift über die Bildung des Darmkanals für die Thiere wiederholte und dabei die Keimblätter entdeckte, welche die Grundlage für die Bildung des Hühner-Embryos abgeben, genügte der Machtspruch Hallers: „Es giebt keine Neubildung!" (nulla est epigenesis!), um die Sache todt zu machen. So mußte denn noch Goethe 1792 mit bitterm Spotte darauf hinweisen: „daß die starre Vorstellungsart nichts könne werden, als was schon sei, sich aller Geister bemächtigt habe ..... Die Einschachtelungslehre schien so plausibel und die Natur mit Bonnet zu kontempliren, höchst erbaulich". („Kampagne in Frankreich".)

So vollkommen war das Andenken der Nachforschungen Wolffs durch das Geschrei der herrschenden Partei, selbst in dem Gedächtniß der Zeitgenossen, vertilgt worden, daß Goethe seinen „trefflichen Vorarbeiter" förmlich entdecken mußte. Denn der mit spinozistischem Geiste genährte Altmeister, welchen Mißverstand noch in unsern Tagen zu einem Anhänger der Konstanz-Theorie hat machen wollen, war einer der ältesten und eifrigsten Parteigänger der Theorie des Werdens

Wolff, Caspar Friedrich. Geb. 1733 in Berlin, studirte in Berlin u. Halle, promovirte 1759 mit seiner Dissertation: Theoria generationis, war als Militärarzt während des siebenjährigen Krieges in den schlesischen Lazarethen thätig, folgte 1766 einem Rufe an die Akademie in Petersburg, woselbst er de formatione intestinorum (1768) schrieb und 1794 starb. In Deutschland wurde diese Arbeit erst durch Meckel's Uebersetzung (1812) bekannt, und erst von da ab begannen seine Entdeckungen zu wirken.

Ueber **Goethes** naturwissenschaftliche Studien ist viel geschrieben worden, man vergl. namentlich O. Schmidt, G's Verhältniß zu den Naturwissen-

und der Fortbildungen in der Natur. Seit langen Jahren hatte er diese Ideen trotz der gewaltigen Autoritäten eines Linné, Haller und Cuvier gepflegt und sie bis zu den letzten Konsequenzen verfolgt. War es ihm doch bereits 1784 gelungen, den Zwischenkiefer, der die oberen Schneidezähne bei den Säugern trägt und dessen getrenntes Vorhandensein Camper als den bedeutsamsten Unterschied auch der nächst verwandten Thiere vom Menschen hingestellt hatte, auch noch beim Menschen nachzuweisen, wo er in der Regel schon auf frühen Entwickelungsstufen mit den Oberkieferhälften verschmilzt und dadurch als besonderer Knochen verschwindet, und er hielt trotz des Widerspruchs Blumenbachs, der in solchen Dingen sein Berather war, daran fest und vertrauete Knebel an, daß er in seiner Entdeckung einen neuen Beweis finde, „daß der Mensch aufs Nächste mit den Thieren verwandt sei“. Er schrieb damals (am 27. März 1784, der wohl der Entdeckungstag war) an Frau von Stein aus Italien darüber: „Ich habe solche Freude, daß sich mir alle Eingeweide bewegen.“ In der 1796 verfaßten Abhandlung über die Bedeutung der „Vergleichenden Anatomie nach entwicklungsgeschichtlichen Prinzipien“ sucht er das einfachere Thier in dem zusammengesetzteren Menschen wieder zu entdecken“ nachdem er im Voraus bemerkt, daß er hierbei zunächst die Wirbelthiere im Auge habe, und dabei muß seine von Eckermann aufgezeichnete Bemerkung verglichen werden, nach welcher er in den beiden Stirnhöhlen (sinus frontales) des menschlichen Schädels eine von den thierischen Vorfahren überkommene Erbschaft erblicken wollte. In den von Riemer mitgetheilten Aphorismen sagte er: „Die Natur kann zu Allem, was sie machen will, nur in einer Folge gelangen. Sie macht keine Sprünge. Sie könnte zum Exempel kein Pferd machen, wenn nicht alle übrigen Thiere voraufgingen, auf denen sie wie auf einer Leiter zur Struktur des Pferdes heransteigt.“ Diese Aussprüche, die sich mit Leichtigkeit verzehnfachen ließen, zeigen, wie vollkommen Recht Helmholtz hatte, zu sagen: Goethe gebührt der große Ruhm, die leitenden Ideen zuerst vorgeschaut zu haben, zu denen der eingeschlagene Entwicklungsgang der (biologischen) Wissenschaften hindrängt und durch welche deren gegenwärtige Gestalt bedingt wird.

Gleichzeitig mit Goethe bemühte sich der englische Arzt und Dichter Erasmus Darwin, der Großvater von Charles

schaften (Berlin 1853), Virchow, G. als Naturforscher (Berlin 1861) Helmholtz, G's naturw. Arbeiten (im ersten Bande der Vorträge) und G's Vorahnungen kommender naturw. Ideeen (Berlin 1892) Kalischer, G's Verhältniß zur Naturwissenschaft (Berlin 1877) und dessen Einleitung zum XXXIII. Bande der Hempel'schen G.-Ausgabe. Haeckel, die Naturanschauung von Darwin, G. und Lamarck (Jena 1882) Bliedner, G. und die Urpflanze (Frankfurt a. M. 1901), Büsgen, G's botanische .Studien (Goethe-Jahrbuch 1890.)

Darwin, Erasmus, Arzt, Naturforscher und didaktischer Dichter. Geb.

Darwin die Beweise der stattgehabten Entwicklung des organischen Lebens und auch die Ursachen derselben zu sammeln. Ziemlich zwanzig Jahre vor Lamarck, stellte er die Hypothese von dem förderlichen Einflusse des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs der Organe, und viele andere für die Entwickelungslehre wichtige Gesichtspunkte, die Lamarck vernachlässigt hat, auf, und es ist eine schlimme Rücksichtslosigkeit gegen das Andenken dieses bedeutenden Denkers, daß seine wohlbegründeten Prioritätsansprüche gegen Lamarck immer von neuem vernachlässigt werden. Schon in seinem „Botanischen Garten", dessen zweiter Theil (1788) vor dem ersten (1790) erschien, bespricht er die Schutzmittel der Pflanzen (Dornen, Rindengifte, scharfriechende Ausdünstungen, Schleimdrüsen, die Wasserbecken am Stengel der Karden) und viele andre Einrichtungen der Pflanzen in dem Sinne, wie sie Kerner und Focke 80 bis 90 Jahre später von neuem dargelegt haben, nämlich als Schutzerwerbungen gegen die Plünderungen räuberischer Insekten und den nackten Mund der Vierfüßler. Ebenda giebt er eine Theorie der „rudimentären Organe", die an Klarheit nichts zu wünschen übrig läßt: „Man findet", sagt er, „ebenso bei Thieren wie bei Pflanzen einige anscheinend nutzlose oder unvollkommene Anhänge, welche anzudeuten scheinen, daß jene von ihrem Urzustande an, einem schrittweisen Wechsel unterlegen seien, z. B. die Staubfäden ohne Staubbeutel und Griffel ohne Narben einzelner Pflanzen, wie dies später in einer Anmerkung zur Gelbwurz (Curcuma) zu erwähnen sein wird. Dasselbe zeigen auch die Haltern oder Flügelrudimente der Zweiflügler und die Brustwarzen der männlichen Thiere; so haben die Schweine vier Zehen, aber zwei derselben sind unvollkommen und zum Gebrauche nicht lang genug . . . . Andere Thiere haben andere Merkmale, einer in einem langen Zeitraume vorgegangenen Veränderung an einigen Theilen ihres Körpers, wodurch bewirkt worden sein mag, sie neuen Wegen des Nahrungserwerbs anzupassen."

Im ersten 1794 erschienenen Bande seiner Zoonomia gab er dann, nachdem er sich über die auf dem Festlande (nach Goethes Zeugniß) noch immer herrschende Einschachtelungslehre lustig gemacht hat, einen Abriß seiner Abstammungslehre, die so ziemlich alles Wesentliche berücksichtigt, was Lamarck 15 Jahre später vorbrachte und noch manchen geistreichen Blick darüber hinaus enthielt. Es kann davon

12. Dez. 1731 zu Elton, studirte in Cambridge und Edinburg Medizin, praktizirte in Lichfield und lebte später in Breadwall bei Derby, wo er am 18. April 1802 starb. Schrieb: The botanic garden (London 1788—90, Zoonomia or the laws of organic life (1794—98, deutsch von Brandes Hannover 1795—99). Phytonomia, or the philosophy of agriculture and gardening (1800, deutsch von Hebenstreit Leipzig 1801 2 Bände), The temple of nature or the origin of society (1803). Vergl. Charles Darwin und Ernst Krause, Erasmus D. (London 1879, deutsch Leipzig 1880), welches neben der Biographie eine Analyse seiner hauptsächlichsten Neuaufstellungen enthält.

nur ein Auszug mitgetheilt werden. „Wenn wir erstens,“ sagt er, „die großen Veränderungen bedenken, die wir bei Thieren nach ihrer Geburt vorgehen sehen, z. B. bei der Entstehung des farbenreichen Schmetterlings aus einer kriechenden Raupe, des lungenathmenden Frosches aus der im Wasser lebenden Kaulquappe, des bärtigen Mannes aus dem mehr weibischen Knaben ......, uns die großen Veränderungen vergegenwärtigen, welche bei manchen Thieren durch zufällige oder künstliche Zucht hervorgebracht werden, z. B. bei Pferden, deren Kraft und Schnelligkeit wir zu verschiedenen Zwecken geübt haben, um Lasten zu tragen oder als Renner zu dienen; oder bei Hunden, welche zu Muth und Kraft erzogen sind, wie der Bullenbeißer, oder zur Schärfung der Nase, wie die Spür- und Hühnerhunde, oder zur Schnelligkeit wie der Jagdhund oder zum Schwimmen oder Ziehen der Schneeschlitten, wie die Hunde der nordischen Länder.“ Er geht dann ebenso den Erfolgen der Domestikation nach, welche aus der angeblich unveränderlichen Art zahlreiche Rassen züchtet z. B. unter den Kaninchen und Tauben, den klimatischen Rassen, unter denen er den weißen Polarhasen nennt, den Rassen mit überzähligen oder fehlenden Gliedern, die durch die Vererbung festgehalten werden. Er zeigt ferner, wie sich unter den Wirbelthieren der Grundplan durch die Umbildung der Organe verändert, wie bei den einen feinfühlige Hände mit Fingern entstanden sind, bei den anderen Zehen mit Krallen oder Hufen, manchmal mit Schwimmhäuten zwischen den Zehen, wie sich Arm und Hand bei den Vögeln zu Flügeln umbildeten. Bei manchen Thieren entstehen Hörner statt der verschwindenden obern Schneidezähne, wieder bei andere Hauer statt der Hörner „und alles das ganz so, wie wir es bei der Bildung der Froschlarve sehen, welche Lungen und Beine ausbildet, wenn sie deren bedarf, und den Schwanz abwirft, wenn sie nicht länger Gebrauch davon machen kann.“

Darauf entwickelt er die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl und sagt über die Kämpfe der männlichen Thiere: „*Die Endursache dieses Streites unter den Männchen scheint die zu sein, daß das stärkste und lebhafteste Thier die Art fortpflanze, welche dadurch verbessert werden sollte*“. Den folgenden Absatz, welcher den ganzen *Lamarck* in nuce enthält, will ich wörtlich anführen: „Ein anderes großes Bedürfniß, besteht in den Mitteln, sich Nahrung zu verschaffen, wodurch die Formen aller Thierarten sich verändert haben. So ist die Nase des Schweines hart geworden, um den Boden beim Aufsuchen der Insekten und Wurzeln umzuwühlen. Der Rüssel des Elephanten ist eine Verlängerung der Nase, um die Zweige zu seiner Nahrung niederzubeugen und um Wasser einzunehmen, ohne die Kniee zu beugen. Raubthiere haben starke Gebisse und Krallen ausgebildet. Hornvieh hat eine rauhe Zunge, um das Gras abzustreifen und einen rauhen Gaumen erhalten. Manche Vögel, wie Papageien, haben harte Schnäbel erhalten, um Nüsse aufzubeißen, andere Schnäbel für Ausschälung harter Samen, wie die Sperlinge oder für weiche Samen

und Baumknospen, wie die Finken. Andere Vögel haben lange Schnäbel erhalten, um die sumpfige Erde zu durchbohren und dort Insekten oder Wurzeln aufzusuchen, wie die Schnepfen und andere breite Schnäbel, um das Wasser der Seen zu durchsuchen, und kleine Wasserthiere zurückzubehalten. Alle diese Dinge scheinen viele Generationen hindurch nach und nach durch das beständige Bestreben der Kreatur dem Nahrungsbedürfnisse zu genügen, gebildet zu sein und sich so auf die Nachkommenschaft, mit beständiger Verbesserung derselben zu ihrer zweckentsprechenderen Anwendung vererbt zu haben."

In derselben Weise geht er die Erwerbungen durch, welche das Schutzbedürfniß bei Thieren und Pflanzen schuf, indem es den Thieren die Farben ihrer gewöhnlichen Umgebung gab, damit sie nicht so leicht erkennbar seien, und selbst die Eier der Vögel, welche in offnen Nestern brüten, mit Flecken bestreut, die sie weniger auffällig machen. Als Wallace siebzig Jahre später eine „Philosophie der Vogelnester" schrieb, glaubte er die Ursache, weshalb Vögel mit offenen Nestern nicht ebenso weiße Eier haben wie Höhlenbrüter, zuerst entdeckt zu haben! Wir sehen hier auf deïstischer Grundlage der Lehre von der Zweckerfüllung aller Formen und Farben, Organisationen und Absonderungen (Arznei- und Giftstoffe der Pflanzen) eine neue und zukunftsreiche Wendung gegeben ,die das Entwicklungsprinzip in dem dadurch erreichten Vortheil für das Lebewesen selbst sucht, wobei er immer wieder auf die Veränderungen hinweist, die jedes Lebewesen in seiner persönlichen Entwicklung durchmacht. In seinem „Tempel der Natur" (London 1803) gab er dieser Weltanschauung einen letzten dichterischen, noch mehr derjenigen seines berühmteren Enkels sich nähernden Ausdruck.

Das Zeitalter Cuviers.

Trotz aller dieser Ahnungen einer höheren Auffassung der Natur beherrschte der zum Dogma erhobene Glauben an die Beständigkeit (Konstanz) und Unveränderlichkeit der Arten noch bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts die Betrachtung der lebenden Natur vor allem ihre Systematik und Morphologie. Wie schon vor ihm John Ray, so hatte Linné in seinem Natursystem (1735) die Arten d. h. die durch Fortpflanzung sich beständig erneuernden Thier- und Pflanzenformen für unveränderlich erklärt, es gäbe keine neuen Arten. Aehnliche Nachkommen seien immerfort von ähnlichen Vorfahren geboren worden, und wenn man das rückwärts verfolge, so

komme man schließlich bei einem ersten Paare, oder einem ersten Zwitterwesen — wie so viele Pflanzen und niedere Thiere solche darstellen — an, und es gäbe daher so viele Arten als im Anbeginn erschaffen seien: tot species quot in principio creatae (1736).

Diese Grundsätze wurden von Linné nicht mit der Strenge gehandhabt, die man später hineinlegte; er wußte sehr wohl, daß die Arten je nach ihrer Eigenthümlichkeit in engeren und weiteren Grenzen variiren und Spielarten oder Varietäten bilden, so daß also auch die Art nicht ein eigentlich Festes in der Natur ist, sondern ein Begriff, in welchem sich der Formenkreis der vorkommenden Variationen vereinigt. Ja, er hatte 1763 im sechsten Bande der Amoenitates academicae als seine langjährige Vermuthung hingestellt, daß vielleicht alle Arten derselben Gattung von Anbeginn nur eine Art dargestellt hätten, und sich nachher durch Bastardierung vermehrt haben könnten, eine Ansicht, die in unseren Tagen mit noch weiteren Ausblicken durch Kerner wiederholt worden ist. Es war das ohne Zweifel der Ausdruck seiner Beobachtungen an Spielarten und Mischlingen, zum Theil wohl auch eine Nachgiebigkeit gegen die Beschwerden der Theologen, die den durch die Entdeckung Amerikas vermehrten Thierreichthum nicht wohl in der Arche Noahs unterzubringen wußten, wie sich denn schon Sir Walter Raleigh in seiner „Geschichte der Welt" dahin ausgesprochen hatte, daß die Zahl der Thiere im Anfange wohl nicht so groß gewesen sei, wie heute, so daß Noah wahrscheinlich nur wenige Grundformen in die Arche aufzunehmen hatte, die sich nachher durch Bastardierung und Ausartung hätten vermehren können, und daß die meisten Thiere der neuen Welt wohl nur Abarten der altweltlichen wären, die Linné von den Abhängen des Ararat, an welchem alle Klimate vereinigt wären, in alle Welt wandern ließ.

Der als Hexenverfolger und Staatsmann bekannte englische Jurist Mathäus Hale hatte 1660 diesem Lehrsatze der Bibelausleger in seinem Buche über die Erschaffung des Menschen die ganz prägnante Fassung gegeben: Wir dürfen uns keineswegs einbilden, daß alle Gattungen und Arten auf solche Weise geschaffen worden wären, wie sie jetzt von uns gesehen werden, sondern daß solches allein von jenen Arten und Gattungen gilt, welche wir primitive und Wurzelarten (primitivas et radicales species), die gleichsam die Wurzel und den Ursprung aller anderen bilden, nennen mögen. Denn wie vielerlei Arten und Gattungen der Thiere sehen wir jetzt, welche vielleicht derselben Art und Gattung nicht sind, die geschaffen worden, sondern durch vielfältige Begegniß sich vielfach verändert haben, wie solches in den verschiedenen Arten der Schafe, Hunde, Spechte, Papageien u. s. w. zu sehen. Buffon hatte solche vermeintlichen Grundformen als edle oder adlige bezeichnet.

Wir erkennen hier das Auftauchen einer Idee, die lange in unausgesprochener Weise die Systematik beherrscht hat, daß nämlich doch nicht die Art (species) das Ursprüngliche sei, sondern die Zusammen-

fassung verschiedener Arten zum Begriffe einer Gattung (genus) ja daß vielleicht noch ein höherer synthetischer Begriff, derjenige der natürlichen Familie (familia), den ewigen Ideen Platons vergleichbar, als das hinter den wechselnden Gestalten stehende Unwandelbare aufzufassen sei, während die Gattungen und Arten nur Erscheinungsformen der Urbilder wären. Zunächst freilich versteinerte sich die Idee der unveränderlichen Art, zu dem Wunsche, sie durch genaue Beschreibung festzulegen, und sie in ein übersichtliches System einzuordnen, wodurch jeder Zeit ihre Wiedererkennung und Unterscheidung von andern mehr oder weniger ähnlichen Arten gesichert sei.

Die dahingehenden Bemühungen des Zeitalters der Systematik und Morphologie waren am ehesten in der Zoologie von wirklichen Erfolgen gekrönt. Trotz des ungeheuren Reichthums der Formen, war hier die Aufstellung künstlicher Systeme, wie in der Botanik, wo unzählige Formen nach einem oder einigen wenigen Merkmalen in Klassen gruppirt wurden, unmöglich; Jedermann erkannte ja sogleich die Zusammengehörigkeit der Fische, Kriechthiere, Vögel und Säuger, der Kerbthiere, Spinnen, Krebse, Würmer u. s. w., und wenn auch, namentlich bei den niedern Thieren, anfangs mancherlei falsche Einreihungen vorkamen, indem z. B. Linné die Rankenfüßler-Krebse zu den Schalthieren stellte und noch viel spätere Zoologen z. B. den Lanzettfisch (Amphioxus), ein angehendes Wirbelthier, den Nacktschnecken anreiheten, so konnten solche vereinzelten Mißgriffe im Laufe der fortschreitenden Forschung leicht ausgemerzt und verbessert werden.

Am Anfange des Jahrhunderts begann sich die vergleichende Anatomie oder Zootomie mehr und mehr von der Physiologie, mit der sie im Vereine und unter vorwiegender Betonung der Leistung jedes Organs im Thierkörper gelehrt worden war, zu scheiden und zu einer selbständigen Wissenschaft zu erheben, die ihrerseits einen bestimmenden Einfluß auf die Systematik gewann. Am meisten scheint diese Richtung durch Kielmeyer gefördert worden zu sein, einen vielseitigen württembergischen Naturforscher, der anfangs an der Karlsschule in Stuttgart, später in Tübingen lehrte und die Gebiete der Zoologie und Botanik beherrschte. Etwas Genaueres von seinen Darlegungen wissen wir allerdings nicht, da er in seinem Lehramt aufging und fast nichts Gedrucktes hinterlassen hat, erkennen aber aus der hohen Achtung, in welcher er bei seinen Zeitgenossen stand, wie groß und förderlich sein Einfluß gewesen. Cuvier

Kielmeyer, Karl Heinrich. Geb. 1765 in Bebenhausen, kam 1773 auf die Karlsschule in Stuttgart, wurde 1785 daselbst als Lehrer für Naturgeschichte angestellt, 1790 Museumsdirektor in Stuttgart, seit 1796 Professor der Chemie und Botanik, Pharmacie und Materia medica in Tübingen, kehrte 1816 als Vorsteher der wissenschaftlichen Sammlungen nach Stuttgart zurück, trat 1839 in Ruhestand und starb 1844. Von seinen Schriften ist nur eine Rede „Ueber die Verhältnisse der organischen Kräfte" 1793 gedruckt.

nannte sich mit Stolz seinen Schüler und Humboldt widmete ihm seine zoologischen Versuche. Sicher ist, daß er bei seinen sorgfältigen Vergleichen der Organe und ihrer Thätigkeiten, sowie auch bei seinen scharfsinnigen Verallgemeinerungen nicht nur das vollendete Thier zum Ausgang seiner Betrachtungen nahm, sondern auch Entwicklungszustände höherer Thiere mit dem Verhalten ihrer Organe bei ausgebildeten niederen Thieren verglich, eine Methode, die erst viele Jahrzehnte später wahrhaft fruchtbar wurde. Schon 1793 hatte Kielmeyer den Satz ausgesprochen, daß der Embryo höherer Thiere die Organzustände niederer Thiere durchlaufe.

Dadurch war Kielmeyer mit Unrecht später zu dem zweifelhaften Rufe gelangt, der Urheber der „naturphilosophischen Schule“ in Deutschland gewesen zu sein, die mit solchen Ideen spielte und von dem Stolze erfüllt, durch bloßes Denken und Philosophiren die Natur ergründen zu können, sehr leichtherzig mit den Thatsachen umsprang, um sie nach ihrem Sinne zu modeln. In Deutschland waren Schelling und Oken die Häupter dieser Schule, welche gegenüber dem Dogma von der Unveränderlichkeit der Arten, ein allgemeines Werden der Dinge proklamirte und die Natur als im ewigen Flusse und Ringen zu höheren Gestaltungen dachte. Die Lebensformen seien nur scheinbar ruhende, eine Zeit hindurch unverändert erscheinende Gestaltungsprozesse, wie die Steinwirbel in der Strömung eines Baches, erklärte Schelling. Pantheistische Ideen im Sinne Spinozas lagen zu Grunde und regten namentlich Schelling und Goethe an, von denen der letztere als Kurator der Jenaer Universität wohl die Hände im Spiele hatte, als Oken, der sich eben durch seine „Entwicklungsgeschichte des Darmkanals“ (1806) empfohlen hatte, 1807 als Professor der Naturgeschichte und Naturphilosophie nach Jena berufen wurde. Er gerieth indessen bald mit dem Dichter auseinander, da sich beide die Urheberschaft der sogen. Wirbeltheorie des Schädels, d. h. der Auffassung daß der Schädel aus Wirbeln entstanden sei, zuschrieben und einer den andern für einen Plagiator hielt, worauf sich Oken später stark an Lamarck anlehnte.

Oken war ein denkkühner, freisinniger, sprachgewaltiger und kraftgenialischer Mann, dem die deutsche Naturforschung und das deutsche

Oken, Lorenz (eigentlich Okenfuß). Geb. 1. Aug. 1779 zu Bohlsbach bei Offenburg in Baden, studirte in Würzburg und Göttingen Medizin, wurde 1807 Professor der Medizin in Jena, las aber über vergleichende Anatomie und Naturgeschichte, wurde wegen der in der Isis ausgesprochenen Kritiken mißliebig, legte sein Amt 1819 nieder und ging 1827 als Privatdozent nach München, 1832 als Professor nach Zürich, woselbst er am 11. Aug. 1851 starb. — Lehrbuch der Naturphilosophie (Jena 1808—11), Lehrbuch der Naturgeschichte (Leipzig 1813—27 3 Bände), Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände (Stuttgart 1833—45. 7 Bände in 13 Th.) Vergl. Ecker, L. O. Stuttgart 1880 und Güttler. L. Oken und sein Verhältniß zur modernen Entwicklungslehre. (Leipzig 1884.)

Nationalbewußtsein zu bleibendem Danke verpflichtet sind, denn er gab der entwicklungsgeschichtlichen Forschung einen bedeutenden Anstoß, verschaffte den Deutschen das erste naturwissenschaftliche Journal im großen Style, die seit 1816 erscheinende Isis, und begründete 1822 die noch heute fortbestehenden Jahresversammlungen deutscher Naturforscher und Aerzte. Aber er besaß nicht die Geduld und das Sitzefleisch, seine großen Conceptionen an der Hand der Thatsachen zu prüfen und durchzuarbeiten, so daß es wenig Bedeutung hat, wenn er sich später die erste Ahnung der Protoplasma- und Zellentheorie zuschrieb, weil er früh in seiner Weise orakelt hatte: „Alles Organische ist aus Schleim hervorgegangen, ist nichts als verschieden gestalteter Schleim. Dieser Urschleim ist im Verfolge der Planeten-Entwicklung aus anorganischer Materie entstanden". Aus diesem Urschleime ließ er Bläschen sich bilden, die er Mile nannte und aus deren Zusammenordnung er alle höheren Lebewesen hervorgegangen erachtete, eine geistreiche Vorahnung der Zellentheorie, aber auch weiter nichts.

Für Oken und alle seine Anhänger, die man später mit dem als Scheltwort gemeinten Titel der Naturphilosophen belegte, wurde es verhängnißvoll, daß sie einer aus alten Zeiten stammenden Ansicht, der Lehre von der großen Stufenleiter der Wesen, allzu viel Bedeutung beimaßen. Schon Aristoteles hatte im achten Buche seiner Thiergeschichte darauf hingewiesen, daß eine Stufenfolge der Wesen zu erkennen sei. „Von den unbeseelten Dingen" schrieb er, „geht die Natur zu den Thieren so allmählich über, daß es durch den Zusammenhang verborgen bleibt, zu welcher von beiden das sie Trennende und in der Mitte Stehende gehört, denn nach den unbeseelten Dingen folgt zuerst das Geschlecht der Pflanzen, und unter diesen unterscheidet sich eine von der andern, indem sie mehr Lebensgehalt zeigt; im Verhältniß zu den andern Dingen wie beseelt erscheinend, könnte man das Pflanzengeschlecht im Vergleiche zu den Thieren wieder als unbeseelt ansehen. Der Uebergang von den Pflanzen zu den Thieren ist wiederum zusammenhängend, denn bei manchen Meereswesen — er hatte namentlich die Schwämme im Auge — könnte man zweifelhaft sein, ob sie zu den Thieren oder Pflanzen gehören, denn sie sind auf dem Boden festgewachsen, und viele von ihnen gehen, wenn man sie abreißt, zu Grunde."

Diese Ansichten hatten arabische Philosophen, die „lautern Brüder" des X. Jahrhunderts neu hervorgesucht, und mit der Idee der „Vervollkommnung der Metalle" durch die Kunst der Alchemisten verquickt; sie glaubten in dem sog. Ruinengrün, d. h. in der Luftalge, die Mauern und Baumrinden überzieht, ein Uebergangsglied vom Mineralstaub zur Pflanze, in der Palme, dem einzigen Gewächs, bei dem man männliche und weibliche Stämme seit dem frühen Alterthum kannte, den Uebergang von der Pflanze zum Thier, und im Affen den Uebergang vom Thier zum Menschen erkannt zu haben. Von ihnen übernahm Albertus Magnus († 1280), der Wiedererwecker des aristotelischen Geistes im Mittelalter, die Idee



der allmählichen Uebergänge von niedern zu höhern Wesen, und sprach den gewöhnlich Linné zugeschriebenen Lehrsatz, daß die Natur keine Sprünge mache (natura non facit saltus), mit nahezu demselben Gehalte aus, indem er am Eingange des zweiten Buches seiner Thiergeschichte schrieb: „Die Natur bildet keine weit von einander entfernten Gattungen (natura non facit distantia genera), ohne irgend ein Mittelglied zwischen sie zu stellen, weil sie den Uebergang von einem Extrem zum andern nur durch ein Mittelglied findet."

Beinahe alle hervorragenden Geister des XVII. und XVIII. Jahrhunderts von Leibniz und Bonnet an, bis auf Buffon Diderot und Robinet, Goethe und Herder hatten sich diesen Ideen von der großen Stufenleiter angeschlossen, es sei dabei an Klemms „Große Schöpfungsleiter vom Staube bis zum Thronengel" (Winterthur 1774) erinnert, in welcher, grade wie bei Bonnet, der Affe, „dieser grobe Entwurf des Menschen" als Bindeglied zwischen Mensch und Thier eingeschoben war. Es ist nun zweifellos, daß diese Idee von der großen Stufenleiter um so mehr an Gehalt und Wahrheit gewann, je mehr man sich den höchsten Gliedern näherte, denn die vorzugsweise und zunächst bekannte Anatomie der Wirbelthiere vom Fische durch Amphibien, Reptile, Vögel und Säugethiere bis zum Menschen bot jenen Zusammenhang, den schon Galen und später Buffon als Schöpfungsplan bezeichnet hatten. Es wurde nun Okens Verhängniß, daß er diese Annahme einer gradlinigen Stufenleiter auf das gesammte Reich des Lebens anwenden wollte. Seine Idee, daß in den niedern Thieren nur die unentbehrlichsten Organe, die der Verdauung, zur vollen Ausbildung gekommen seien und daß dann stufenweise die Kreislauf- und Athmungs-Organe und zuletzt das Nervensystem eine bleibende Ausbildung erhalten hätten, bis endlich im Menschen alle Organe in Harmonie entwickelt seien, so daß man im Thierreich den „auseinandergelegten Menschen" erkennen müsse, war von den Auswüchsen abgesehen, nicht ohne eine gewisse Wahrheit; denn die Athmung z. B. ist noch auf dem Wege von Hautathmung, zur Kiemen- und Lungenathmung, wenn das Verdauungssystem des Wirbelthieres bereits vollendet ist u. s. w. Aber die Ausführung blieb weit hinter mäßigen Erwartungen; seine Eintheilung in Darm-, Gefäß-, Athmungs- und Fleisch- oder Gesichtsthiere erwies sich als oberflächlich und eine unglückliche Zahlenspielerei machte sie vollends unleidlich. Ganz ungehörige Analogieen wurden herbeigezogen und beispielsweise die Insekten, weil sie vorzugsweise Vegetarianer sind, eingetheilt in Wurzelinsekten (Würmer), Laubinsekten (Wanzen), Sameninsekten (Zweiflügler), Kapselinsekten (Bienen), Blumeninsekten (Schmetterlinge) und Fruchtinsekten (Käfer). Wenn seine „Allgemeine Naturgeschichte" gleichwohl einen nicht unbedeutenden Rang in der naturwissenschaftlichen Literatur seiner Zeiten einnahm, so ist es, weil seine verschrobenen Eintheilungs-Prinzipien, einen nicht allzu großen Einfluß auf die Eintheilung selbst und auf die Beschreibungen gewannen.

Die Letzteren waren in allgemein verständlicher Sprache gehalten und später von guten Abbildungen begleitet. So nahm das Werk für seine Zeit einen Rang ein, wie heute etwa Brehms Thierleben, und manche von ihm geprägte Bezeichnung, wie z. B. Lurch für Amphibium, hat sich bis auf unsere Zeit erhalten.

Ein gleichstrebender, geistesverwandter, aber erheblich vorsichtigerer Zoologe, Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, ein Schüler Daubentons, des Mitarbeiters Buffons, war damals neben Lamarck als einundzwanzigjähriger junger Mann am Jardin des plantes angestellt worden, hatte dann die Napoleonische Expedition nach Aegypten (1798—1802) begleitet und trat mit philosophischen Grundsätzen an die Bearbeitung des ihm anfangs ziemlich fremden zoologischen Materials. Seine Grundsätze waren im Allgemeinen für eine „Philosophie der Anatomie" nicht so übel und sind in stärkern Händen nachher bahnbrechend geworden. Er stellte eine Theorie der Analogieen auf, nach welcher sich bei allen Thieren dieselben Lebensorgane, wenn auch in mannigfach verschiedener Form und Ausbildung finden müßten, eine Theorie der Verbindungen oder Zusammenhänge (connexions), wonach dieselben Theile bei den verschiedenen Thieren immer in ähnlicher gegenseitiger Lage und Verbindung wiederkehren müßten, dasselbe also, was wir heute als Homologie der Organe bezeichnen. Wie schon E. Darwin, so erkannte auch er in den rudimentären Organen wichtige Merkmale homologer Bildungen, die auf dem Wege des Verschwindens sind, und in dieser Beziehung waren seine Betrachtungen über das Gabelbein des Straußes, der Flügelrudimente des Kasuars, des Rudiments der Nickhaut, die jedermann bei den Vögeln kennt, im innern Augenwinkel des Menschen, sehr lehrreich. Er stellte auch ein Gesetz des Gleichgewichtes der Organe auf, wonach sich das eine Organ immer nur auf Kosten eines andern, welches dafür zurückgeht, vergrößern kann, wohin das oben erwähnte, von Goethe besungene Beispiel der Hörnerträger gehört, denen stets die obern Schneidezähne fehlen.

Indem er so überall mehr die verbindenden als die trennenden Charaktere berücksichtigte, kam er dazu, manchmal auch da Homologieen zu sehen, wo keine vorhanden sind. Savigny

Geoffroy Saint-Hilaire, Etienne. Geb. 15. April 1772 in Etampes. Professor der Zoologie, seit 1793 am Pariser Pflanzengarten und seit 1809 an der Pariser medizinischen Fakultät, starb 19. Juni 1844. Er schrieb: Philosophie anatomique (Paris 1818), gab mit Cuviers Bruder Friedrich gemeinsam eine Naturgeschichte der Säugethiere (Paris 1820—42 7 Bände) und 1830 seine Philosophie zoologique heraus. Zugleich lieferte er eine klassische Arbeit über menschliche Mißgeburten (Des monstruosités humaines 1822—34). Seine Biographie lieferte sein als Zoologe gleichfalls hervorragender Sohn Isidor G. St.-H. (Paris 1847). Vergl. Lettres écrites d'Egypte, éd. par Hamy (Paris 1901).

sein Begleiter auf der ägyptischen Expedition, hatte 1820 die Homologie der Mundtheile aller Insekten dargelegt, gleichviel, ob sie kauende, leckende oder saugende Thätigkeiten entfalten, und ebenso hatten Audouin und Latreille die Homologie ihrer Leibesringe und deren Seitenanhänge (Fühler, Zangen, Kiefer, Beine u. s. w.) festgestellt. Damit drängte sich unserm philosophischen Zoologen die Frage auf, ob diese Homologien der Gliederthiere sich nicht zu den Wirbelthieren hinüber verfolgen lassen würden, um so den nämlichen Grundtypus in den beiden Hauptabtheilungen der Landthiere nachzuweisen. Wieder stand die große Stufenleiter als Lockung in der Perspektive. Aber zwei Hauptorgansysteme, das Skelett und die Nervenanordnung wollten sich nicht fügen. Bei den Gliederthieren läuft der Hauptnervenstrang auf der Bauchseite, bei den Wirbelthieren am Rückgrat und letztere haben ein inneres, erstere ein äußeres Skelett. Wenn man sich aber vorstellte, daß das Wirbelthier ein umgekehrtes Gliederthier sei, dessen Bauchseite zur Rückenseite geworden sei, dann ließ sich die Homologie herstellen, und was das Skelett anbetraf, so waren ja Panzerfische und Schildkröten Wirbelthiere mit äußerem Skelett. Die Verbindung war kühn, aber nicht ohne Geist, und fand unter den Zeitgenossen manchen Anhänger. Latreille z. B. stimmte ihr zu und noch heute treten manchmal Querköpfe auf, die von den Krebsen zu den Panzerfischen eine Brücke schlagen möchten.

Sein tragisches Geschick wollte, daß er denjenigen, welcher am meisten zum Scheitern seines Schiffes beitragen sollte, selbst nach Paris gerufen hatte, den jungen Cuvier, aber es muß gesagt werden, daß sein Ringen mit demselben ein ehrenvolles war, und daß sein Unterliegen nicht ohne begründete Aussicht auf künftige Siege seiner Weltanschauung erfolgte, denn auf beiden Seiten war ein gewisses Maß von Wahrheit und Irrthum vorhanden. „Kommen Sie nach Paris," hatte er an Cuvier geschrieben, um unter uns die Rolle eines neuen Linné zu spielen!" Und Cuvier, der einer Hugenotten-Familie entstammend, nicht ohne einiges Mißtrauen nach der Hauptstadt des Landes kam, welches seine Vorfahren um des Glaubens willen ausgetrieben hatte, der eine deutsche Erziehung genossen und sich als Deutscher fühlte, wurde nur allmählich wieder Franzose. Er

Cuvier, Georges, eigentlich Dagobert. Geb. 23. Aug. 1769 in Mömpelgard (damals württembergisch), kam 1784 nach Stuttgart auf die Karlsschule, studirte im Geheimen mehr Naturwissenschaften, als sein Fach Cameralia; nahm 1788 eine Hauslehrerstelle beim Grafen d'Herich in Fiquainville (Normandie) an, woselbst ihm die Nähe des Meeres Gelegenheit gab, das bisher stark vernachlässigte Studium der niedern Meeresthiere zu betreiben. Sein Ruf als Naturforscher drang bald nach Paris, wohin er 1794 berufen wurde, bereits 1795 eine Stelle als Professor der Naturgeschichte an der Centralschule des Pantheon erhielt und 1796 zum Mitgliede des National-Institutes, 1800 zum Nachfolger Daubentons, 1802 zum Professor der vergleichenden Anatomie am Pflanzengarten, 1803 zum beständigen Sekretär der Akademie ernannt wurde.

unterhielt einen lebhaften Briefwechsel mit seinen schwäbischen Jugendgenossen und in seinem (im Drucke erschienenen) Briefwechsel mit Pfaff tritt mancherlei Spott über französisches Treiben zu Tage. Auch blieb er der deutschen Naturforschung und ihren Vertretern stets zugeneigt.

Bei seinen Seethier-Studien an der normännischen Küste hatte er bereits erkannt, daß Linnés Klasse der Würmer, in welcher mit Ausnahme der Krebse sämtliche wirbellose Thiere des Meeres vereinigt worden waren, ein unnatürliches Sammelsurium darbot, so daß ihre Angehörigen auf nicht weniger als vier Klassen zu vertheilen wären: wirkliche Würmer, Mollusken, Stachelhäuter und Pflanzenthiere. Zwei dieser Klassen zog er später wieder ein, nämlich die der Würmer, die er den Gliederthieren anschloß, so daß von der Linné'schen Würmerklasse gar nichts übrig blieb und die Pflanzenthiere, die er mit den Stachelhäutern zur Klasse der Strahlthiere vereinigte, ein Vereinfachungsversuch, den die spätere Systematik wieder aufhob und so dem jüngeren Cuvier gegen den älteren recht gab. So glaubte er nun also im Thierreich wenigstens vier verschiedene, mit einander unvereinbare Grundtypen: Wirbelthiere, Weichthiere, Gliederthiere und Strahlthiere nachgewiesen zu haben, die sich keinesfalls in eine einzige Reihe anordnen ließen, wie sein College Geoffroy Saint-Hilaire es wünschte und er schrieb darüber bereits 1812: „Man wird finden, daß vier Hauptformen, oder wenn man sich so ausdrücken darf, vier allgemeine Pläne vorhanden sind, nach welchen alle Thiere modelliert zu sein scheinen, und von denen die weitern Abtheilungen, mit welchen Titeln sie auch die Naturforscher geschmückt haben mögen, nur ziemlich leichte Abänderungen darstellen, begründet auf Hinzufügung oder Weiterentwicklung einzelner Theile, wodurch nichts an dem Wesentlichen ihres Bauplanes geändert wird."

Um den einfachsten Ausdruck dieses „Bauplanes" der vier Typen zu finden, suchte er seine Ausgestaltung bei den verschiedenen Organsystemen und glaubte anfangs, wie Linné bei der Eintheilung der Pflanzen, die Fortpflanzungsorgane in den Vordergrund stellen zu

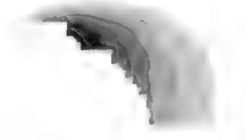
Unter Napoleon und der Restauration erstieg er die höchsten Staatsämter und wurde 1814 zum Staatsrath, 1819 zum Baron und Kabinettsrath, 1824 zum Direktor der nichtkatholischen Kulte, 1831 zum Pair von Frankreich ernannt. Er starb am 13. Mai 1832. Hauptwerke: Leçons d'Anatomie comparée (Paris 1800—1805), Recherches sur les ossements fossiles (1812, 4 Bände), mit der 1840 auch als besonderes Werk erschienenen Einleitung: Discours sur les révolutions de la surface du globe et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal, deutsch von Nöggerath (Bonn 1830) und von Giebel (Leipzig 1851). Er gab ferner außer unzähligen Abhandlungen noch le règne animal distribué d'après son organisation (1817), und eine Naturgeschichte der Fische, die Valenciennes auf 22 Bände brachte, heraus. Vergl. Blainville, C. et Geoffroy St. Hilaire (Paris 1890).

dürfen, wählte dann die Athmungsorgane und blieb zuletzt beim Nervensystem stehen, „denn das Nervensystem stellt im Grunde das ganze Thier vor; die übrigen Organsysteme sind eigentlich nur vorhanden, um dasselbe zu ernähren und ihm zu dienen." Man sieht, wie er, um diese künstliche Methode zu stützen, den Grundsatz einer Unterordnung (Subordination) der Merkmale aufstellen mußte, was er damit rechtfertigte, daß die Anordnung der Nerven eben das Beständigste im Körperbau der Thiere darstellen sollte. Gleichwohl mußte er auch diejenigen Thiere in seinem System unterbringen, bei denen Nerven noch gar nicht erkennbar oder nur in schwachen Anfängen vorhanden sind, und er brachte dieselben alle mit den Stachelhäutern und Pflanzenthieren in derselben Klasse unter.

Große Verdienste erwarb sich Cuvier dadurch, daß er zuerst gründlich die ausgestorbenen Thiere, die vor ihm meist als Naturspiele gegolten hatten, in die Vergleichung der lebenden hineinzog. Ein Glückszufall hatte seine Aufmerksamkeit schon in seinen Hauslehrerjahren auf die Terebrateln hingelenkt, damals noch zu den Mollusken gezählte Schalthiere, bei denen die lebenden Arten den fossilen, die zum Theil auf ein sehr hohes Alter zurückblicken, sehr ähnlich geblieben sind. Bei der Vergleichung andrer fossiler Thiere fand er diese Aehnlichkeiten vielfach sehr viel geringer, aber er lernte einen sehr vortheihaften Gebrauch von seinem Gesetze der Wechselbeziehungen (Correlationen) für die Ergänzung dieser bekanntlich oft in einem sehr fragmentären Zustande gefundenen Reste machen. „Jeder Organismus, sagte er, bildet ein einheitliches und geschlossenes Wesen, in welchem einzelne Theile nicht abändern können, ohne an allen übrigen Theilen entsprechende Veränderungen nach sich zu ziehen." Daher läßt sich auch aus einem einzeln gefundenen Knochen, z. B. einen der besonders widerstandsfähigen Zähne, häufig auf den Bau des gesammten Skelettes schließen, dem er angehört hat. So sind z. B. Gebisse und Endgliedmaßen der Vierfüßler immer in demselben Sinne verändert, Raubthiergebiß und Krallen ergänzen einander ebenso bestimmt, wie Wiederkäuergebiß und Hufbekleidung der Zehen. Daher konnte Cuvier, wie es in einem heitern Gedicht heißt, dem Teufel, der ihn auffressen wollte, an seinen gespaltenen Hufen nachweisen, daß er ein Prahler und Vegetarianer wäre.

Neben diesen beiden großen Gegnern war in Paris als dritter ebenbürtiger Zoologe Lamarck thätig, der ebenso wie jene zugleich Botaniker und Zoologe war, und ebenso eifrig systematischen und morphologischen Studien oblag, aber in seiner Geistesrichtung

Lamarck, Jean (eigentlich Jean Baptiste Antoine Pierre de Monet). Geb. 1. Aug. 1744 in Barentin (Picardie), trat 1760 in die Armee, mußte aber einer Halswunde wegen den Dienst quittiren, überraschte 1778 die Botaniker mit einer dreibändigen Flora Frankreichs, für die er 1779 zum Mitgliede der Akademie ernannt wurde, und erhielt 1793 am Pariser Pflanzengarten die Professur für die niedern Thiere (Insekten und Linnés Würmerklasse). Von



Geoffroy Saint-Hilaire näher stand als Cuvier. Wenn Lamarck den Ruhm einer ersten Grundlegung der Abstammungslehre auf Grund der Anpassung und Wirkungen von Gebrauch und Nichtgebrauch an den ältern Darwin (S. 568) abtreten muß, so kann ihm doch die Anerkennung seines tiefschauenden Geistes nicht abgesprochen werden. Er brauchte zuerst für die höhern Thiere den Ausdruck Wirbelthiere, welche vor ihm Daubenton (1796) als Knochenthiere bezeichnet hatte und schied das Thierreich in die beiden Hauptklassen der Wirbelthiere (Vertebraten) und der Wirbellosen (Avertebraten), die man früher unzutreffend als Thiere mit weißem Blut zusammengefaßt hatte. Die Wirbellosen theilte er zunächst in 5 Klassen: Molluskcn, Insekten, Würmer, Echinodermen und Polypen, aus denen er später (1801) sieben machte, weil er von den übrigen Gliederthieren noch die Krebse und Spinnen trennte, wozu später noch (1809) seine Anneliden und Infusorien als besondere Klassen traten. Dabei begann er in seiner „Philosophie der Zoologie" die Anordnung mit dem untersten Organisationsgrade, Thieren, die nur Verdauungsorgane aber keine Nerven und Gefäße besitzen, denen dann stufenweis die niedern Würmer- und Strahlthiere ohne Längsnervenmark und Circulationssystem, darnach die höheren Wirbellosen folgten, denen Gehirn- und Längsnervenstrang, Arterien und Venen zukommen, worauf die Wirbelthiere als höchste Gruppe den Beschluß machen.

Man erkennt, daß ihm Cuvier und namentlich Oken in manchen Punkten gefolgt waren, nur daß ersterer mehrere Lamarck'sche Klassen zusammenzog, z. B. Insekten, Krebse und Spinnen zu dem Typus der von Blainville benannten Gliederthiere vereinigte. Aber in seiner Auffassung von der Entstehung der Mannigfaltigkeit in der Thierwelt folgte Cuvier nicht Lamarck, er blieb dem Glauben getreu, daß alle Arten seit Anbeginn unveränderlich seien. Nach Lamarcks dem älteren Darwin folgender Ansicht hat die Natur die verschiedenen Thierarten nacheinander hervorgebracht. „Sie hat mit den unvollkommensten oder einfachsten begonnen und mit den vollkommensten aufgehört. Sie hat ihre Organisation stufenweise komplicirt. Indem sich diese Thiere im Allgemeinen über sämmtliche bewohnbare Orte der Erde ausbreiteten, hat jede Art derselben durch den Einfluß der äußern Verhältnisse, in denen sie sich befand, ihre Gewohnheiten und die Abänderungen in ihren Theilen empfangen, die wir bei ihr beobachten." Der häufigere und dauernde Gebrauch eines Organes in derselben Richtung, sollte einen stärkeren Strom der

da ab beginnt erst seine zoologische Thätigkeit, der sich eine paläontologische durch die Bearbeitung der fossilen Mollusken anschloß. Er starb 18. Dez. 1829 in Paris. Hauptwerke: Philosophie zoologique (Paris 1809, deutsch von Lang, Jena 1875). Système des animaux sans vertèbres (1809) und Histoire des animaux sans vertèbres (1815—22, 7 Bände). Vergl. Perrier, L. et le transformisme actuel (Paris 1893).

Ernährungssäfte nach diesen Theilen ziehen, und so das Organ in der beanspruchten Richtung stärken und diese Erwerbungen sollten dann erblich werden und so auf die Nachkommen übergehen. Bei Nichtgebrauch der Organe würde das Umgekehrte eintreten, das Organ zurückgehen und allmählich verschwinden. Vielangeführt ist die Veranschaulichung seiner Ideen an der Giraffe. „Es ist bekannt," sagt er, „daß dieses von Gestalt höchste aller Säugethiere in Inner-Afrika wohnt, und in Gegenden lebt, wo der beinahe immer trockene und kräuterlose Boden es zwingt, das Laub der Bäume abzufressen und sich beständig anzustrengen, dasselbe (immer höher hinauf) zu erreichen. Aus dieser seit langer Zeit angenommenen Gewohnheit hat sich ergeben, daß bei den Individuen ihrer Rasse die Vorderbeine länger als die Hinterbeine geworden sind und daß ihr Hals sich dermaßen verlängert hat, daß die Giraffe, ohne sich auf ihren Hinterbeinen aufrecht zu erheben, mit aufgerichtetem Kopfe eine Höhe von sechs Metern erreicht."

Es ist leicht einzusehen, weshalb diese in manchen Punkten scharfsinnigen Folgerungen damals fast spurlos vorübergehen mußten. Man spottete höchstens über den Philosophen, der sich eine Naturkraft erdachte, welche jedem Thiere diejenigen Organe liefere, die es zu haben wünsche. Eine besondere Schwäche des Lamarck'schen Systems lag darin, daß er die zerstörenden Einflüsse der Natur nicht berücksichtigte, denen gegenüber sich die Neuanpassungen und Verbesserungen hätten bewähren und dadurch befestigen können. Schon E. Darwin hatte dagegen in seinem „Tempel der Natur" die Welt mit ihren unzähligen Kämpfern als ein einziges großes Schlachthaus bezeichnet und die Pflanzen besungen, die um Bodenraum, Bodenfeuchtigkeit, Luft und Licht mit einander kämpfen, wobei Tausende erliegen müssen. Auch Geoffroy hatte neben den günstigen Abänderungen, die ungünstigen nicht übersehen. „Denn wenn ihre Abänderungen zu schädlichen Wirkungen führen, hören die Thiere," sagte er, „welche sie erleiden, auf zu gedeihen, um durch andere mit etwas veränderten und den neuen Bedingungen angemesseneren Formen ersetzt zu werden." Die treibende Ursache der Veränderungen suchte er hauptsächlich in der umgebenden Welt (monde ambiant), die zu allen Zeiten und an allen Orten eine andre sei und so die Mannigfaltigkeit der Formen erzeugt habe.

Einer ähnlichen Weltauffassung neigte Gotthold Reinhold Treviranus zu, der wie Darwin die Weltphilosophie

Treviranus, Gotthold Reinhold. Geb. 4. Febr. 1776 in Bremen, studirte in Göttingen Medizin und Naturwissenschaften, wobei Blumenbach und Kästner seine Lieblingslehrer waren, ließ sich 20 Jahre alt 1796 in Bremen als Arzt nieder und starb daselbst 16. Febr. 1837. Sein Hauptwerk war die „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur" (Göttingen 1802—1822, 6 Bände). Ein hauptsächlich die Physiologie behandelnder Auszug daraus sind die „Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens" (1831—33).

mit der Stellung eines praktischen Arztes vereinigte. Wir verdanken ihm die Aufstellung des besondern Begriffes der Lebenslehre (Biologie) und die eines dritten Naturreiches, welches er das Zoophytenreich nannte, und welches ähnlich wie das Haeckelsche Protistenreich die gemeinsamen Wurzeln des Thier- und Pflanzenreichs enthalten sollte. Eine besondere Lebenskraft wohne in allem Lebendigen, aber jede einzelne Form werde durch das Universum, welches als ein großer Organismus zu fassen sei, beeinflußt und vorwärts getrieben. Die Vorfahren der heutigen Pflanzen und Thiere müßten in den weniger vollkommnen Wesen der Vorzeit gesucht werden. Treviranus glaubte an die Urzeugung, aber nicht wie Oken an eine solche, bei der auch vollkommnere Organismen aus ihrem „Urschleim" entstehen könnten, sondern nur die Anfänge des Lebens. In diesen Anfängen (seinen Zoophyten), d. h. den noch nicht zu echten Pflanzen und Thieren fortgeschrittenen Urwesen) habe die Fähigkeit gelegen, ihre „Organisation den Veränderungen der äußern Welt anzupassen und dieses durch den Wechsel des Universums in Thätigkeit gesetzte Vermögen ist es, was die einfachen Zoophyten der Vorwelt zu immer höhern Stufen der Organisation gesteigert und eine zahllose Mannigfaltigkeit in die lebende Natur gebracht hat." Die Zoophyten der Vorwelt (zu denen er auch z. B. Enkriniten, Pentakriniten, Ammoniten, d. h. die nicht mehr lebenden Fossilformen überhaupt rechnete) seien nur die Formen, „aus welchen alle die übrigen Organismen der höhern Klassen durch allmähliche Entwicklung entstanden sind." Er nannte die Abänderungen, denen die Lebewesen in der Zeit unterliegen, Degenerationen, in dem Sinne, daß die alte Generation sich auflöst, so daß jede Form oder Art eine Lebensdauer wie das Individuum besitze, nach Abschluß derselben aber nicht eigentlich untergehe, sondern in andere Formen übergegangen sei und in diesen fortlebe. Im zweiten Bande seiner Biologie (1803) behandelte er die Verbreitung der Thier- und Pflanzenformen über die Erde, und war somit (ein Jahr vor dem Erscheinen von Humboldts Pflanzengeographie) der Begründer der Wissenschaft von der Chorologie der Organismen. Praktisch betheiligte er sich an dem Fortschritt der Forschung außer durch seine eigenen Schriften, durch die Begründung einer „Zeitschrift für Physiologie" in Gemeinschaft mit seinem jüngern Bruder Ludolf Christian Treviranus, der als Professor der Botanik in Rostock lehrte und Tiedemann, der sie später allein führte. Er hatte die Klippen der deutschen und französischen Naturphilosophie, die von einer einzigen Stufenfolge des Lebens träumten, thunlichst vermieden und eine höchst anregende Wirkung auf die Mitforscher ausgeübt.

Von den übrigen zeitgenössischen Anatomen, Morphologen und Systematikern waren die meisten dem damals im höchsten Glanze strahlenden Gestirne Cuviers gefolgt. Viele Ausländer waren eigens nach Paris gepilgert, um den Altmeister selbst zu hören, so

auch Treviranus und Tiedemann, der später als Physiolog Bedeutendes leistete. Ebenso auch Johann Friedrich Meckel der Jüngere, der Neuschöpfer des Studiums der vergleichenden Anatomie in Deutschland, welcher durch sein „Archiv für Anatomie und Physiologie“ ein Central-Organ für diese Studien schuf und bei seinen Arbeiten die Entwicklungsgeschichte des Einzelwesens gebührend berücksichtigte. Eine große Anzahl von deutschen und ausländischen Morphologen und Systematikern der Periode wären hier noch zu erwähnen, aber die Verdienste der meisten von ihnen liegen auf andern Gebieten. Die naturphilosophischen Systeme von C. G. Carus, Kaup, Fitzinger, Burmeister, Voigt u. A. schließen sich durch Organklassen und Zahlenspielereien an das Oken'sche an und haben die Wissenschaft nicht sonderlich gefördert. Eher kann man das von Ducrotay de Blainville sagen, der später Cuviers Nachfolger am Museum wurde. Er hatte schon 1816 die Grundzüge einer neuen Klassifikation des Thierreichs gegeben, indem er von ihrem Grundrisse ausgehend, sämmtliche Thiere in drei Reiche theilen wollte, 1. Längsachsen-Thiere (Zygo- oder Artiomorpha), die man heute als die zweiseitig symmetrischen bezeichnet, zu denen die Gliederfüßler, Weich- und Wirbelthiere gehören; 2. Sternthiere (Actinomorpha) von stern- oder blumenartigen Typus und 3. Unregelmäßige (Amorpha oder Heteromorpha), Thiere ohne regelmäßige Grundform (Schwämme, Infusorien u. s. w.). Er war es auch, der die Wirbelthiere in eine bessere Ordnung brachte, indem er

Tiedemann, Friedrich. Geb. 1781 zu Cassel, wurde 1816 Professor der Anatomie und Physiologie in Heidelberg und lebte seit 1849 in Frankfurt a. M., woselbst er 1861 starb.

Meckel, Johann Friedrich, der Jüngere. Geb. 17. Okt. 1781, entstammte einer berühmten deutschen Gelehrtenfamilie, deren Angehörige meist Mediziner und Anatomen waren. Er studirte 1804—6 in Paris, wurde 1806 Professor der Anatomie in Halle a. d. S., brachte das von seinem gleichnamigen Großvater begründete, von seinem Vater vermehrte anatomische Museum zum Rufe der besten anatomischen Privatsammlung in Deutschland. Er starb 31. Oct. 1833 in Halle.

Ducrotay, Marie Henri, der sich Ducrotay de Blainville nannte, war, angeblich aus einer schottischen Adelsfamilie stammend, 12. Sept. 1778 in Arques (Normandie) geboren, widmete sich anfangs der militärischen, dann der künstlerischen und zuletzt der naturwissenschaftlichen Laufbahn, in der er es, von Cuvier ermuntert, 1812 zu einer Professur der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Pariser Universität brachte und 1830 die Professur für Mollusken und Polypen, 1832 für vergleichende Anatomie am Museum erhielt. Er schrieb eine „Fauna Frankreichs“, Handbücher über „allgemeine Physiologie“, „Mollusken und Zoophyten“, Monographieen über die Schnabelthiere und Belemniten. Sein Hauptwerk bildete die „Ostéographie“ (Paris 1839—64, 4 Bände). Er starb am 1. Mai 1850. Vergl. Ricard, Etude sur la vie et les travaux de D. (Paris 1890).



den Schnabel- und Beutelthieren ihren richtigen Platz im Systeme anwies. In beständiger Opposition gegen Cuvier, der die Fortpflanzungsorgane, welche Linné bei den Pflanzen als erste systematische Charaktere benützt hatte, für die Eintheilung des Thierreichs als unbenutzbar bezeichnet hatte, unterschied Blainville die Säuger nach der doppelten oder einfachen Gebärmutter in Didelphen (Beutelthiere) und Monodelphen (höhere Säuger), denen er später die Kloaken-Thiere als dritte Abtheilung (Ornithodelphen) gesellte.

Das vorher für ein Kunstprodukt gehaltene, erst 1800 von Blumenbach als wirkliches Thier anerkannte, von ihm und Meckel zuerst genauer untersuchte, australische Schnabelthier, welches Wagler, in Gesellschaft einiger ausgestorbenen Reptile zur „Ordnung der Greife" zwischen Vögel und Säuger einschieben wollte, während es Geoffroy schon 1803 als Vertreter einer besondern Ordnung der Säugethiere (Monotremen oder Kloakenthiere, wegen der gemeinsamen Kloake für feste und flüssige Ausscheidungen, wie bei Reptilen und Vögeln) hingestellt hatte, belebte die Hoffnungen der Anhänger einer linearen Anordnung des Thierreichs (Stufenleiter) von neuem, da sich im Bau des Schnabelthieres auch außer Schnabel und Kloake noch mancherlei Annäherungen an den Bau des Vogels vorfanden, z. B. in dem Gabelbein, nach welchem man die Ordnung später auch als Gabelthiere bezeichnete, so daß die schwerempfundene Lücke zwischen Vogel und Säugethier nun einigermaßen ausgefüllt schien. Dazu kam nun ein Auftauchen von Hoffnungen, die Kopffüßler (Cephalopoden) als Spitzen des Molluskenreichs an die Fische anschließen zu können, wodurch dann die Zahl der für unvereinbar ausgegebenen vier Typen Cuviers auf zwei vermindert worden wäre, da Geoffroy für die Verbindung der Gliederthiere mit den Wirbelthieren bereits den Schlüssel gefunden zu haben glaubte (siehe Seite 578). Latreille, der besonders um die Klassifikation der Würmer, Krebse, Spinnen und Insekten, welche

Blumenbach, Johann Friedrich. Geb. 11. Mai 1752 in Gotha, studirte erst in Jena und dann in Göttingen Medizin, wo er 1776 eine Professur erhielt. Sein äußerst lebendiger und anregender Vortrag versammelte in Göttingen Studenten aller Völker, denen er Vorlesungen über allgemeine Zoologie, vergleichende Anatomie und Physiologie hielt und als der Magister Germaniae gefeiert wurde. Sein 1780 zuerst erschienenes „Handbuch der Naturgeschichte" erlebte 1830 die zwölfte Auflage. Sein „Handbuch der vergleichenden Anatomie" und Physiologie (Göttingen 1804) wurde fast in alle europäischen Sprachen übersetzt. Auch seine Schrift über den „Bildungstrieb" (Göttingen 1781) äußerte einen großen Einfluß und in seiner Doktorschrift: De generis humani varietate nativa (Das. 1775) wurde er der Begründer der wissenschaftlichen Anthropologie, indem er den Kampf um die Herkunft des Menschengeschlechts (ob einheitlichen oder mehrfachen Ursprungs ?) einleitete. Er starb am 22. Jan. 1840 in Göttingen. Vergl. Marx, Andenken an B. (Das. 1840).

er 1796 zur Klasse der Gliederthiere (Articulaten) vereinigt hatte, verdiente Zoologe machte schon 1823 einen Versuch, Uebereinstimmungen im Bau der Kopffüßler und Fische nachzuweisen, Blainville hatte diese Bemühungen fortgesetzt, und am 15. Februar 1830 legte dann Geoffroy, zugleich im Namen Latreilles der Pariser Akademie der Wissenschaften eine Arbeit von Laurencet und Meyraux vor, durch welche die Vereinbarkeit erwiesen werden sollte. Hatte Geoffroy gemeint, daß das Nervensystem eines Wirbelthieres dem eines auf dem Rücken liegenden Gliederthieres analog sei, so suchte diese neue Arbeit zu zeigen, daß wenn ein Wirbelthier, z. B. ein sog. Schlangenmensch, sich hintenüber biege, so daß seine Hände den Boden neben den Füßen berühren, eine Anordnung der meisten Organe zu Stande käme, wie wir sie bei den Kopffüßlern fänden. Man erhält so, die um den Kopf oder Mund vertheilten Greif- und Bewegungsorgane, den zurückgekrümmten Nahrungskanal u. A., so daß man durch Verwachsung der gegeneinander gewendeten Theile einen solchen Körperbau wie den der Cephalopoden entstanden denken konnte. Allerdings erstreckte sich die Wahrheit der Vergleichung nicht viel weiter, als dahin, daß die Mollusken den von Blainville charakterisirten zweiseitig symmetrischen Bau mit Glieder- und Wirbelthieren gemein haben, wie man an Nacktschnecken sieht, während gewöhnlich das Leben im Gehäuse die Zurückbiegung des Nahrungskanals verlangt, um die Auswurfsöffnung neben den Mund an die Gehäuseöffnung zu bringen. Cuvier wurde in dieser Abhandlung gewissermaßen herausgefordert, indem man dabei folgenden Ausspruch citirte, mit welchem er ähnliche frühere Versuche, die Cephalopoden den Fischen anzunähern, zurückgewiesen hatte: „Was auch Bonnet und seine Anhänger davon gesagt haben mögen, wir sehen hier die Natur beim Uebergange von dem einen zum anderen Bauplan einen Sprung machen und zwischen ihren Hervorbringungen eine offenbare Kluft lassen. Die Cephalopoden sind nach keiner Seite Uebergangsthiere: sie sind nicht durch eine Entwicklung aus andern Thieren hervorgegangen und ihre eigene Entwicklung hat nichts über sie Hinausgehendes hervorgebracht."

Cuvier antwortete auf diese Herausforderung mit einem Angriff auf die naturphilosophische Richtung Geoffroys, die durch Vergleichungen Aehnlichkeit verschiedener Thiere, die nichts miteinander zu thun hätten, gewaltsam heraussuche. Der Streit um die Berechtigung und Fruchtbarkeit der vergleichenden Methode und um die Vereinbarkeit oder Nichtvereinbarkeit der vier Typen Cuviers, dem ja schon jahrzehntelange Plänkeleien voraufgegangen waren, spann

Latreille, Pierre André. Geb. 29. Nov. 1762 in Brives (Corrèze), starb 6. Febr. 1833 als Professor der Entomologie am pariser Museum für Naturgeschichte, Mitglied der Akademie und Verfasser zahlreicher zoologischer Werke

sich durch die Frühjahrssitzungen der Pariser Akademie weiter und führte am 5. April zu einem Ausbruch, den Goethe, welcher eine Geschichte dieses Streites verfaßt hat, bekanntlich für wichtiger erklärte, als die in Paris eben ausgebrochene Juli-Revolution. „Ich weiß recht gut", erklärte Cuvier grob, „daß sich für gewisse Geister hinter dieser Theorie der Analogien, wenigstens in unklarer Weise eine andere sehr alte Theorie verborgen hält, die, obwohl schon längst widerlegt, von einigen Deutschen wieder hervorgesucht worden ist, um das pantheistische System zu fördern, welches sie Naturphilosophie nennen." Der Streit dauerte fort und in einer 1831 veröffentlichten Abhandlung über das knöcherne Ohr der Krokodile und Teleosaurier, in welchem Cuvier allerlei Mißverständnisse nachgewiesen wurden, zahlte Geoffroy ihm seine vorjährigen hochtrabenden Worte heim, indem er sagte: „Für gewisse Geister muß die Ueberzeugung durch die Augen des Körpers und nicht durch logische Folgerungen vermittelt werden . . . . . . Es ist bei ihnen beschlossene Sache, alle Ideen zurückzuweisen, um ausschließlich nur greifbare Reliefs, nur Thatsachen, die man materiell bearbeiten kann, und die niemals aufhören, unsern Sinnen fühlbar zu sein, zuzulassen. Für diese Schule muß sich die Naturforschung auf die drei Thätigkeiten: Benennen, Einordnen und Beschreiben einschränken. Diese Schule, der gewisse Interessen in diesem Augenblicke das Uebergewicht geben, lehrt, daß die Geschichte der Wissenschaften in allen ihren Theilen das Zeugniß liefere, daß von den Theorien eine nach der andern in den ungeheuern Abgrund der menschlichen Irrthümer gestürzt worden sind, daß die Ideen an sich keinen Werth beanspruchen dürfen und daß die Thatsachen allein den geistigen Umwälzungen widerstehen und obenauf bleiben . . . . Was aber diese Anmaßung, die Thatsachen als die alleinigen Bestandtheile der Wissenschaft hinzustellen betrifft, so würde es, glaube ich, jedenfalls gerathen sein, zu sagen, daß sie auf die Zukunft nur gelangen, so weit sie durch Ideen, die sie erläutern und ihnen den Hauptwerth verleihen, getragen und erhalten werden. In Betreff des Baues der Wissenschaft können Thatsachen, so lange sie isoliert bleiben, mögen sie im Uebrigen noch so fleißig durch eine einsichtsvolle Beobachtung zurecht gestutzt sein, keinen andern Werth beanspruchen, als den einiger mehr oder weniger zum Fundamente des Werkes zusammengetragener Bausteine."

Der Streit konnte nicht ausgetragen werden, da Cuvier schon im folgenden Jahre starb, aber in den Augen aller oder wenigstens der großen Mehrzahl der arbeitenden Biologen hatte die Autorität Cuviers den Sieg davongetragen, die Naturphilosophie schien niedergeworfen, ohne irgend eine Hoffnung auf Wiederbelebung. Nur Goethe und eine Minderzahl andrer Denker und Forscher stellte sich auf die Seite des glorreich Besiegten. So fest wurde wieder die Ueberzeugung von der Unveränderlichkeit der Formen, daß sie in einem weit strengeren Sinne geglaubt wurde, als sie Linné jemals gedacht hatte. Wer daran zu zweifeln wagte, wurde streng zurechtgewiesen oder

ignorirt und als der Botaniker L. Reichenbach auf der deutschen Naturforscherversammlung von 1836 den zweifellosen Satz aufstellte, daß Arten und Gattungen nur wandelbare Begriffe seien, welche die Natur nicht anerkenne, erklärte F. Gärtner unter Bezugnahme darauf, sich mit dem Gedanken zu trösten, daß er in der Ueberzeugung von der Unveränderlichkeit der Arten Leute, „wie Cuvier, G. Koch, Agassiz und Flourens zu Mitstreitern habe.“ Die Réflexions sur l'espèce, welche der schweizerische Botaniker Moritz 1842 gegen den Glauben an die Unveränderlichkeit schrieb, blieben völlig unbeachtet und der Geschichtsschreiber der Botanik E. Meyer veröffentlichte 1854 eine Abhandlung „Ueber die Beständigkeit der Arten“ worin es von den schädlichen Einflüssen der Naturphilosophie heißt: „zu den beklagenswerthen rechne ich die tiefe Erschütterung des Glaubens an die Beharrlichkeit der Arten ......“ Von dieser Erschütterung war aber, abgesehen von einigen Botanikern, wie Agardh, Kützing, L. Reichenbach und Unger wenig zu merken und noch in demselben Jahre, wo Darwins „Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl“ erschien, war D. A. Godrons zweibändiges Werk de l'espèce herausgekommen, welches jede Veränderlichkeit in Abrede stellte.

Wenn man darüber nachdenkt, wie diese tiefe und nachhaltige Niederlage der Naturphilosophie zu erklären ist, so muß man neben dem Autoritätsglauben und der Verachtung und Mißbilligung einiger Auswüchse derselben, den unglücklichen Zufall verantwortlich machen, daß Geoffroy und seine Freunde an die Idee der Stufenleiter angeknüpft hatten, statt den Vorschlag Linnés aufzunehmen, die Verwandtschaften der Pflanzen untereinander mehr als eine netzförmige, d. h. nach mehreren Seiten hervortretende, wie die Nachbarschaft der Länder einer Landkarte darstellbar zu denken. Hätten sie eine Auffassung der Lebensformen, wie die Triebe eines Stammbaumes vorgeschlagen, bei welchem die vier „unvereinbaren“ Typen Cuviers als Hauptäste gedacht werden konnten, so wäre vielleicht selbst Cuvier für die Idee zu gewinnen gewesen und seiner Schule wären mannigfache Umwege erspart gewesen. Hatte doch bereits Duchesne in seiner „Naturgeschichte der Erdbeeren“ (1766) durch die Beobachtung einer einblättrigen Art (Fragaria monophylla), die aus der gewöhnlichen dreiblättrigen Walderdbeere gleichsam vor seinen Augen entstanden war, angeregt, diese Frage genau studirt und einen „Stammbaum der Erdbeeren“ aufgestellt, auch das Ergebniß seiner Studien in den Satz zusammengefaßt: „Die genealogische Anordnung (der Pflanzen und Thiere) ist die einzige, welche die Natur lehrt, die einzige, welche den Geist voll befriedigen kann; jede andere ist willkürlich und ideenleer“. Aber alles das blieben Stimmen von Predigern in der Wüste, die keine Zuhörer fanden; die Zeit für eine höhere Auffassung der lebenden Natur war noch nicht gekommen.



Natürliche Verwandtschaft und Vertheilung der Pflanzen.

Während man bei den Thieren in den meisten Fällen die natürliche Verwandtschaft oder sagen wir die Zusammengehörigkeit der Formen unmittelbar erkennt, und nicht leicht Zweifel darüber entstehen, ob man einen Krebs, ein Insekt, einen Vogel oder ein Säugethier vor sich hat, war der Pflanzenmannigfaltigkeit gegenüber eine so leichte [illegible] in Gruppen nicht gegeben. Hatte man doch in früheren Zeiten sogar so unnatürlichen Scheidungen und Trennungen unmittelbar zusammengehöriger Pflanzen, wie z. B. der Erbsen und der sogenannten falschen Akazien, seine Zustimmung gegeben, weil die einen vergängliche Kräuter, die andern Bäume von langer Lebensdauer sind, und man zunächst das ganze Reich in Bäume und Kräuter sondern zu müssen glaubte! Nun hatte L i n n é den Fortschritt gemacht, die einander ähnlichsten Pflanzenarten zu Gattungen zu vereinigen, um damit anzudeuten, daß ihrem Gesammtbau ein gemeinsamer Typus zu Grunde liege und die lateinischen Doppelnamen eingeführt, von denen der erste die Gattung und der zweite die Art sicher bezeichnet. Die Gattungen der höheren Pflanzen hatte er dann nach der Zahl der in ihren Blumen vereinigten Staubgefäße und nach einigen andern Kennzeichen, die sich aber sämmtlich auf Bau und Verhältnisse der Geschlechtsorgane bezogen, in 23 Klassen getheilt, denen er als XXIV. Klasse, die Verborgenblühenden (Kryptogamen) anschloß, bei denen die Geschlechtsverhältnisse sich nicht so unmittelbar erkennen lassen. Dieses Linné'sche Sexualsystem, dem sich manche andere ebenso künstliche, d. h. nach einseitigen Merkmalen eintheilende, angeschlossen haben, hat sich durch seinen pädagogischen Werth, weil es nämlich dem Anfänger eine ziemlich leichte Bestimmung der Pflanzen, d. h. Ermittelung ihrer systematischen Stellung und Benennung ermöglicht, bis zum heutigen Tage in den Volksschulen in Gebrauch erhalten, obwohl L i n n é schon seit 1738 darauf hinwies, daß das eigentliche Ziel der wissenschaftlichen Botanik darin bestehe, eine n a t ü r l i c h e A n o r d n u n g der Pflanzen zu finden, in welcher nicht einseitig der Blüthen- oder Fruchtbau, sondern die „natürliche Symmetrie" aller Theile zum Ausdruck käme. Er selbst hatte 1738 bereits 65 „natürliche Ordnungen" aufgestellt, die er jedesmal nach einem allen Angehörigen der Gruppe zukommenden Merkmale, oder nach der bekanntesten Sippschaft daraus, z. B. Schmetterlingsblüthler oder Nelkengewächse benannte.

Eigentlich war ihm darin bereits P e t e r M a g n o l vorangegangen, der gegen Ende des XVII. Jahrhunderts Professor der Botanik in Montpellier war. Er hatte, wie er 1689 schrieb, „in den Pflanzen eine V e r w a n d t s c h a f t zu bemerken geglaubt, nach deren Graden man die Pflanzen in verschiedene F a m i l i e n anordnen könnte, wie man die Thiere ordnet." und er hatte nach dieser

manchmal gar nicht in übereinstimmenden Zahlenverhältnissen ausgedrückten, sondern nur, wie er sagte, „fühlbaren" Verwandtschaft, d. h. nach dem was man als Habitus bezeichnet, bereits 76 solcher Familien aufgestellt. Nach Linné's erster Beistimmung führte dann Adanson ein auf allgemeine Vergleichung begründetes System aus, in welchem die Pflanzen in 58 natürlichen Familien angeordnet worden waren, wobei er anerkannte, daß es nur ein einziges wirklich natürliches System dieser Art geben könne. Damit waren nun die Begriffe der natürlichen Familie und der Familienverwandtschaft bei den Pflanzen eingeführt, obwohl sie doch eigentlich dem unerschütterlichen Festhalten an dem Begriffe der unveränderlichen Art gegenüber einen unzulässigen Gedanken verkörpern. Denn wie könnten mehrere Arten, wenn sie unabhängige Erzeugnisse ebensovieler „Schöpfungsakte" darstellen, miteinander verwandt sein? Man hatte ja aber bereits in der Einführung des Gattungsbegriffes eine bloße Abstraktion, die Idee eines unwirklichen Dinges, bei der Pflanzen- und Thierbetrachtung eingesetzt, welche dem Gedanken einer gemeinsamen Grundform der Arten im Sinne Hales (S. 572) oder einer „ewigen Idee" Platons entsprach, und die natürliche Familie stellte nun eine Abstraktion der zweiten Instanz, einen Grundtypus, der zu ihr gerechneten Gattungen dar. Man durfte den in den natürlichen Familien ausgedrückten Gedanken der natürlichen Verwandtschaft nur als einen der „Ordnung des Schöpfungsplanes" entspringenden und nicht als eine Blutsverwandtschaft auffassen und darum hatte der philosophischer angelegte Botaniker Elias Fries vollkommen Recht, noch 1835 zu sagen, dem natürlichen System der Pflanzen läge etwas „Uebernatürliches" zu Grunde.

Der jüngere Jussieu förderte den Plan eines möglichst natürlichen Systems der Pflanzen wesentlich durch die Aufstellung des Gedankens einer Unterordnung der Charaktere. Obwohl man, wie schon Adanson betont hatte, die Pflanzen nach allen ihren Theilen vergleichen müsse, um zu einer natürlichen Anordnung zu gelangen, so dürfe man dabei doch nicht allen Organen dieselbe Wichtigkeit beimessen. Es seien dabei primäre, sekundäre und tertiäre Charaktere zu unterscheiden, von denen die ersteren allen Angehörigen

Adanson, Michael, Afrika-Reisender und Botaniker. Geb. 1727 zu Aix, studirte in Paris unter Réaumur und Jussieu, schrieb Familles des plantes (Paris 1763) und starb 3. Aug. 1806 in Paris.

Jussieu, Antoine Laurent de. Geb. 12. April 1748 in Lyon, kam 1765 zu seinem Oheim Bernard de Jussieu (1699—1777), der ursprünglich Arzt, dann Inspektor des kleinen botanischen Gartens von Trianon und endlich Professor am Palais royal wurde, woselbst er den Neffen in das natürliche System einführte, nach welchem er seine Pflanzen angeordnet hatte. Eine kurze Niederschrift dieser Familien von 1759 bildete seinen ganzen literarischen Nachlaß. Sie begann mit den Kryptogamen, ging dann zu Mono- und Dicotylen über, und schloß mit den Coniferen. Der Neffe, welcher ursprüng-

einer Familie eigen sein müßten, die folgenden wenigstens den Gattungen und Arten. Etwas Aehnliches bezeichnete Cuvier mit seinen herrschenden Charakteren, die in erster Linie den Typus bestimmen. Als den wichtigsten Pflanzentheil sah Jussieu den Samen an, den ersten Anfang der jungen und das letzte Ziel der absterbenden Pflanze, denn sich fortzupflanzen sei ihre höchste natürliche Bestimmung. Daher seien vom Samen und dem darin liegenden Keimling, der durch Gärtner zuerst als „Embryo der Pflanze" bezeichnet worden war, die primären Eintheilungen der Pflanzen zu nehmen, wie dies schon Linné, ja sogar schon Caesalpin († 1602) vorgeschlagen, aber erst Gärtner in seiner Carpologie ausgeführt hatte. Von ihm, dessen Fruchtstudien Jussieu überhaupt viel verdankt, übernahm er die drei Hauptklassen der ohne Samenlappen (Cotyledon) keimenden Pflanzen (Acotyledonen), der Einsamenlappigen (Monocotyledonen) und Zweisamenlappigen (Dicotyledonen) oder abgekürzt Acotylen, Monocotylen und Dicotylen.

Er mußte dabei allerdings schon einige Ausnahmen selbst bei den primären Charakteren gelten lassen, denn während er als Samenlappenlose (Acotylen) nur Linnés Kryptogamen, Pflanzen, die keine

lich ebenfalls Medizin studirt hatte, wandte sich nun ganz der Botanik zu, wurde 1770 Professor am Pariser Pflanzengarten und an der Universität. Er starb 17. Sept. 1836 in Paris. Seine Genera plantarum secundum ordines naturales disposita (Paris 1789) wurden von ihm in den spätern Jahrzehnten durch zahlreiche Familien-Monographien und durch sein Werk: Principes de la méthode naturelle des végétaux (Paris 1824) ergänzt. Sein Sohn und Nachfolger am Pflanzengarten Adrien Laurent de Jussieu (1797—1853) setzte sein Werk fort.

Gärtner, Joseph. Geb. 1732 zu Kalw in Württemberg, studirte seit 1751 Medizin in Göttingen, wurde 1760 Professor der Anatomie in Tübingen, ging 1768 als Professor der Botanik nach Petersburg, wo er jedoch nicht lange blieb, weil ihm das Klima nicht zusagte, so daß er bald nach Kalw zurückkehrte und dort seine Lebensarbeit über die Fruchtbildung der Pflanzen. (Carpologia, de fructibus et seminibus plantarum. (Stuttgart und Tübingen 1789—1791, 2 Bände, mit 180 Tafeln) vollendete. Von diesem im Auslande schneller als in Deutschland bekannt gewordenen Werke, welches Jussieu bei Aufstellung seines Systems große Dienste leistete, datirt erst die genauere Kenntnis des Fruchtbaus und der Samen, welche G. zuerst scharf von den Sporen der Kryptogamen unterschied. Da G. am 17. Juli 1791 in Tübingen gestorben war, übernahm sein Sohn Karl Friedrich von G., (geb. 1. Mai 1772 in Kalw, gest. ebenda am 1. Sept. 1850) die Herausgabe des Supplementbandes (Leipzig 1805—07 mit Taf. 181—250) und beschäftigte sich dann mit sehr wertvollen Versuchen über die Befruchtung und Bastardirung der Pflanzen, die er in seinen „Beiträgen zur Kenntnis der Befruchtung der vollkommenen Pflanzen" (Stuttgart 1844) und in den „Versuchen und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich" (2. Aufl. das. 1849) veröffentlichte.

eigentlichen Samen tragen, zusammenfaßte, entbehren auch viele Phanerogamen der Samenlappen, namentlich gewisse Schmarotzerpflanzen, welche die wirklichen Blätter verloren haben, und ebenso giebt es unter seinen Dicotylen zahlreiche Pflanzen, die nur einen Samenlappen und andere, welche mehr als zwei Samenlappen zeigen, die Nadelhölzer, die schon Gärtner als Vielkeimblättrige (Polycotyledonen) getrennt hatte. Nächst den Samen erschienen ihm die Geschlechtsorgane, welche den Samen erzeugen, als die wichtigsten Organe, und hier unterschied er nach der Stellung der männlichen Organe (Staubfäden) zu dem weiblichen (Fruchtknoten) unterständige, ringsherum- und oberständige (hypogyne, perigyne und epigyne) Staubfädenblüthen, die ebenso vielen Klassen der Monocotylen ihre Namen gaben, während bei den Dicotylen diese Dreitheilung, bei den Blumenlosen (Apetalen), einblättrigen (Monopetalen) und vielblättrigen Blumen (Polypetalen) wiederholt wurde. Es wurden so dreizehn oder vielmehr vierzehn Klassen erhalten, da Jussieu die oberständigen Monopetalen in zwei Klassen theilte, je nachdem ihre Staubbeutel frei bleiben oder gleich den Blumenblättern miteinander verwachsen. In eine fünfzehnte Klasse (Diclines irregulares) stellte er endlich die Pflanzen, welche Staubfäden und Fruchtknoten in verschiedenen Blüthen erzeugen, so daß sich über die gegenseitige Stellung der Theile nichts aussagen läßt. In diesen 15 Klassen zählte er bereits 1789 hundert verschiedene Familien auf, die durch besondere Charakteristiken (Diagnosen) von einander unterschieden werden. Der Fortschritt der Botanik ergiebt sich hierbei daraus, daß die ältesten botanischen Systematiker nur den Arten, die folgenden (Tournefort und Linné) den Gattungen und Jussieu nun auch den Familien Diagnosen gaben, die Charakteristik schritt somit naturgemäß von den niedern zu den höhern Gruppen fort.

So groß nun der von Jussieu herbeigeführte Fortschritt des natürlichen Systems auch war, und obwohl er selbst noch Jahrzehnte hindurch im XIX .Jahrhundert durch genauere Umgrenzung der Familien an dessen Verbesserung arbeitete, so hafteten seinem System doch noch zahlreiche Mängel an, die namentlich durch eine zu starke Anlehnung an Linnés Aufstellungen und Ueberschätzung der Stellungs- und Einfügungs- (Insertions-) Verhältnisse der Staubfäden erzeugt worden waren. Sein großer Nachfolger, A. P. De Candolle,

De Candolle, Augustin Pyrame. Geb. 4. Febr. 1778 in Genf, studirte seit 1796 in Paris, beschäftigte sich zunächst mit der Physiologie der Pflanzen, hielt seit 1804 Verträge am Collège de France, wurde 1807 Professor in Montpellier, ging aber 1816 nach Genf, wo er sich nunmehr vorwiegend der Systematik und den Gesetzen der natürlichen Klassifikation zuwandte. Hauptwerke: Théorie élémentaire de la botanique (Paris 1813) Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis (Paris 1824—73), seit dem 8. Bande von seinem Sohne Alphons fortgeführt, dem er seine Bibliothek und sein großes Herbar

gab seiner Umformung des natürlichen Systems vor Allem durch eine genauere Beobachtung der Gestaltungsgesetze (Morphologie) eine festere Haltung. Er zeigte, daß man in jeder Klasse von einem Grundschema ausgehen müsse, das er als „Symmetrie-Plan" bezeichnete, welcher in den einzelnen Gliedern durch Fehlschlagen (abortus), Umbildung (degeneratio) und Verwachsung der Theile scheinbar verändert oder selbst unkenntlich gemacht sein könne, ohne in seinem systematischen Werth dadurch erschüttert zu werden. So z. B. bilden sich von mehreren in der Anlage vorhandenen Fruchtfächern oft nur wenige oder nur eines aus; von den der Mehrzahl der zu einer Familie gehörigen Pflanzen zukommenden Staubfäden bildet sich manchmal nur die Hälfte vollkommen aus, wie bei Crassula, der nur soviel Staubfäden wie Blumenblätter zukommen, während die andern Crassulaceen die doppelte Staubfädenzahl in den Blüthen besitzen. Gewöhnlich bleiben von dem ursprünglichen Zustande in der Anlage oder auch in dem fertigen Organ Rudimente der fehlgeschlagenen Organe, z. B. staubbeutellose Fäden, oder Schüppchen von Blättern, die ihre Funktion verloren haben, zurück, und diese rudimentären Organe, oder selbst die Lücken, an denen sie standen, genügen dann, die ursprüngliche „Symmetrie" oder wie wir heute sagen würden, die Homologie der Rudimente mit den planmäßigen Organen festzustellen. Manchmal sind die fehlschlagenden Theile auch ganz und schon in der Anlage verschwunden, wie der fünfte Staubfaden des Löwenmauls oder die Sexualorgane der fehlschlagenden Randblüthen des Schneeballs und der strahlblüthigen Korbblüthler. Auch die Unregelmäßigkeit vieler Blüthen, die meist mit dem Fehlschlagen einzelner Theile verbunden ist, und oft als Familienmerkmal auftritt, sei eine Art Fehlschlagen des ursprünglich regelmäßigen Typus, infolge ungleicher Ernährungsverhältnisse, die durch seitliche Stellung in gehäuften Blüthenständen, wobei die Mittelblüthe oft regelmäßig bleibt, hervorgerufen werden. So verschwindet bei Masken- und Lippenblüthlern von 5 normalen Staubfäden der eine regelmäßig, zwei andre werden kürzer als die übrig bleibenden und verschwinden häufig ebenfalls vollständig, z. B. bei den Ehrenpreis-Arten.

Eine zweite Ursache, durch welche der Symmetrieplan häufig unkenntlich gemacht wird, ist die meist mit Funktionswechsel verbundene Umbildung (Degeneration) einzelner Organe, durch welche z. B. Blätter in Dornen oder Ranken, Staubfäden in Blumenblätter (bei den sog. gefüllten Blumen), Blumenblätter oder Staubfäden in Honiggefäße verwandelt werden, oder für gewöhnlich blattartige Theile

mit der Bedingung, beide der öffentlichen Benutzung bereit zu halten, vermachte), Organographie végétale (Paris 1827, 2 Bände), Physiologie végétale (Paris 1832, 3 Bände). Er starb 9. Sept. 1841 in Genf. Vergl. de la Rive, A. P. D., sa vie et ses travaux (Par. et Gen. 1851), Mémoires et souvenirs de A. P. D. (Das. 1862).

trockenhäutig oder fleischig werden. Eine dritte Klasse von Veränderungen des Symmetrieplanes beruhe auf der Verwachsung ursprünglich freier und getrennter Theile, wenn z. B. Blumenblätter zu einer sog. einblättrigen Blumenkrone, oder grüne Blätter, wie in den Hüllen der Schirmblüthler oder Umbelliferen, oder Fruchtblätter zu einem zusammengesetzten Fruchtknoten verschmelzen. Es ist sonderbar, daß De Candolle bei so klarer Erkenntniß der Wandelbarkeit seines Symmetrieplanes, der besser als Grundplan bezeichnet würde, nicht in seiner Ueberzeugung von der Unveränderlichkeit der Art erschüttert wurde, während E. Darwin aus den rudimentären Organen sogleich schloß, daß ihr Dasein bei Thieren und Pflanzen beweise, daß sie aus ursprünglich andersartigen Vorfahren entstanden sein müßten. Wir erkennen hier besonders deutlich den großen Schaden, den in der Wissenschaft das Festhalten an einer vorgefaßten Idee anrichtet.

Im Uebrigen erleichterte De Candolles induktiv-morphologische Methode die Erkenntniß verborgener Verwandtschaften und die Rechtfertigung am Habitus erkannter, nach den früheren Regeln eigentlich unstatthafter Annäherungen, wie z. B. der Hahnenfuß- und Mohngewächse mit ein, zwei und vielen Fruchtblättern, der Pflanzen mit 4 Staubfäden an solche mit fünfen u. s. w. Leider schmälerte er durch die Charakterisirung der Abtheilungen seine großen Verdienste um die Feststellung der Familien-Verwandtschaften, indem er seinem Grundsatze, nur morphologische Kennzeichen in der Systematik anzuwenden, die physiologischen aber bei Seite zu lassen, zunächst das Pflanzenreich in gefäßlose und Gefäß-Pflanzen schied, weil er die Gefäße fälschlich für die wichtigsten Ernährungsorgane hielt, und dadurch die schon von Linné durchgeführte reinliche Scheidung der Kryptogamen von den Phanerogamen, die er bei seinen Vorgängern vorfand, aufhob, sofern in seinem System die Gefäßkryptogamen den Monokotylen verbunden erscheinen. Die auf ein sehr gutes morphologisches Merkmal begründete Eintheilung der Phanerogamen in Ein- und Zweiblattkeimer ersetzte er zu Gunsten einer falschen Ansicht Des Fontaines, in innerhalb des Stammes zunehmende endogene Pflanzen (Monokotylen und Gefäßkryptogamen) und nur am Umfange des Stammes wachsende und sich verdickende exogene Pflanzen (= Dicotylen) und dies waren offenbare Rückschritte dem Jussieu'schen Systeme gegenüber. De Candolle theilte seine Exogenen (Dicotylen) mit denen er die Aufzählung begann, in solche mit doppelter Blumenhülle (Perigon), die in drei Klassen (Thalamifloren, Calycifloren und Corollifloren) zerfielen, und mit einfacher Blumenhülle (Monochlamydeen). Die Endogenen enthielten neben den Monocotylen, die Gefäßkryptogamen, während die Acotyledonen hier nur in beblätterte (Moose) und Blattlose (Algen und Pilze) zerfielen. Die Zahl der aufgestellten Familien war bei ihm bereits auf 161 gestiegen, hinsichtlich der Anordnung erklärte er sich ausdrücklich gegen die einfache

Reihe, die auch Jussieu beibehalten hatte, und für die Vergleichung Linnés, der das Pflanzenreich wie eine Landkarte vor sich ausgebreitet sah, in welchem die Königreiche den Familien entsprächen u. s. w.

Der Anerkennung der großen Verdienste, welche sich Jussieu und A. P. De Candolle um die Fortbildung des natürlichen Systems erworben, stellte sich in Deutschland anfangs die Herrschaft der naturphilosophischen Schule entgegen. Schon De Candolles Prinzip, die Aufzählung mit den seiner Ansicht nach vollkommensten Gewächsen, den Ranunculaceen, zu beginnen und von da zu den einfacheren Gewächsen hinabzusteigen, widersprach ihren Grundsätzen, denn jene Schule glaubte wohl nicht mit Unrecht verlangen zu dürfen, daß man von unten zu bauen anfange. In diesem Sinne hat Batsch in Jena einen kleinen Fortschritt gemacht, indem er die natürlichen Familien zu natürlichen Gruppen verband, worin ihm Agardh folgte. Aber auf die deutschen Systematiker der Folgezeit äußerte Goethes Naturanschauung einen nachhaltigen, wenn auch nicht immer förderlichen Einfluß. Man muß dabei auf Wolff (S. 567) zurückgehen, der in seiner Theoria generationis (1759) im Leben jeder Pflanze eine fortschreitende Entwicklung ihrer Theile erkannte, so daß sie mit jeder Stufe vervollkommnet und verfeinert erscheinen. Indem er alle Organe der Pflanze auf die beiden Grundtypen von Achse (Stamm) und Seitenorgan (Blatt) zurückführte, fand er, daß Kelchblätter, Blumenblätter, Staubfäden, Frucht- und Samenblätter nur fortschreitend verfeinerte Umbildungen von Laubblättern seien, wobei man auch vielfache Uebergänge finde. Schon Linné hatte ähnlichen Ideen gehuldigt, und durch ihn, der die aus dem Stamme brechende Blume, dem aus der Puppe hervorkommenden Schmetterlinge verglich, war wohl auch Goethe, ohne anfangs von Wolffs Vorgängerschaft etwas zu wissen, zu analogen Vorstellungen gelangt. Mit Anlehnung an Linnés Ideen belegte er den Fortbildungsvorgang mit dem später allgemein angenommenen Namen einer Metamorphose der Pflanzen, von welcher er eine vor- und zurückschreitende unterschied. Bei der vorschreitenden bemerke man, wie sich alle Theile der Pflanze gegen die Blüthe hin mehr zusammenschieben. Die Stengelglieder (Internodien) verkürzen sich immer mehr, die vorher meist in Spiralen rings um den Stamm vertheilten Blätter schieben sich zu Wirteln zusammen und verwachsen oft zu einblättrigen Kelchmanschetten und Blumenkronen, die Fruchtblätter oft zu einfachen geschlossenen Hohlkörpern (Fruchtknoten). Bei der krankhaften, zurückschreitenden Metamorphose, sieht

Batsch, August Johann Georg Karl. Geb. 1761, Professor der Medizin und Philosophie in Jena, veröffentlichte sein Pflanzensystem in seinem Sterbejahr (1802).

Agardh, Karl Adolph. Geb. 23. Jan. 1785, bis 1835 Professor in Lund, später Bischof von Wermland und Dalsland (gest. 28. Jan. 1859), machte sich besonders um die Erforschung der Algen verdient.

man die Staubfäden zu Blumenblättern und Blumen-, ja selbst Fruchtblätter wieder zu gewöhnlichen Blättern werden.

Diese Wandelbarkeit der Blätter, die ihm besonders vor einer Zwergpalme des Botanischen Gartens in Genua aufging, und die er zuerst in seinem „Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären" (1790) darlegte, veranlaßte ihn, an die Möglichkeit einer Veränderung und Entstehung der Pflanzenarten auseinander zu denken, wobei er in der Weise Geoffroys und Lamarcks auf den Einfluß der äußern Existenzbedingungen hinwies. Man kann es nicht wohl anders verstehen, wenn er in der Geschichte seines botanischen Studiums schrieb: „das Wechselhafte der Pflanzengestalten, dem ich längst auf seinem eigenthümlichen Gange gefolgt, erweckte nun bei mir immer mehr die Vorstellung: die uns umgebenden Pflanzenformen seien nicht ursprünglich determinirt und festgestellt, ihnen sei vielmehr bei einer eigensinnigen generischen und specifischen Hartnäckigkeit, eine glückliche Mobilität und Biegsamkeit verliehen, um in so viele Bedingungen, die über dem Erdkreis auf sie einwirken, sich zu fügen und darnach bilden und umbilden zu können. Hier kommen die Verschiedenheiten des Bodens in Betracht; reichlich genährt durch Feuchte der Thäler, verkümmert durch Trockne der Höhen, geschützt vor Frost und Hitze in jedem Maße, oder beiden unausweichbar blosgestellt, kann das Geschlecht sich zur Art, die Art zur Varietät und diese wieder durch andere Bedingungen ins Unendliche sich verändern . . . . . . die allerentferntesten jedoch haben eine ausgesprochene Verwandtschaft; sie lassen sich ohne Zwang untereinander vergleichen." Diese in der neueren Zeit sogar durch den Versuch als richtig erwiesene Auffassung — ich erinnere an Bonniers neue Versuche, Pflanzen der Ebene durch Nachahmung des Alpenklimas im Versuchsgarten, in Alpenpflanzen umzuwandeln — enthalten die Lösung des heiligen Räthsels von dem er in dem Gedichte „Metamorphose der Pflanzen" spricht:

Von diesem Gesichtspunkte aus muß man Goethes Suchen nach einer Urpflanze erklären, die er selbst als die sinnliche Darstellung einer „übersinnlichen Idee" bezeichnete. Es scheint, er hätte es gern gesehen, wenn er eine Blüthenpflanze gefunden hätte, bei der noch alle sonst farbigen Theile grün, alle verbundenen frei gewesen wären, so daß selbst die Samenknöspchen an offenen Fruchtblättern hervorsproßten . . . . . Es ist billig, über diese Idee zu spötteln, die er selbst als eine übersinnliche bezeichnet; die Idee einer Grundform, aus der man alle anderen ableiten könnte, ist aber an sich wohlberechtigt, und es bleibt nur die Frage, ob man mit einem solchen Schema, noch unter die Blüthenpflanzen hinabgehen will.

Viel weniger berechtigt waren die Pflanzensysteme, die sich an diese Ideen anlehnten. Schon 1808 gedachte Kieser die Metamorphosen-Lehre einem Pflanzensystem zu Grunde zu legen, wobei

Kieser, Dietrich Georg. Geb. 24. August 1779 in Harburg, studirte in Göttingen und Würzburg, wurde 1812 Professor der Medizin in Jena, wandte

man gleichsam den Gang dieser Wandlungen und Fortschritte zu höhern Formen verfolgen könne, und Oken versprach 1810 ein solches System, welches er aber erst 1820 vorlegte. Er führte denselben Gedanken aus, der in seinem Thiersystem (Seite 576) hervortritt, daß die niederen Pflanzen nur die niedern Organe, die der Ernährung dienen, ausgebildet hätten, er nannte sie Mark- oder Eingeweide-Pflanzen (Plantes viscerales), weil bei ihnen Wurzel, Laub und Stamm nicht deutlich von einander geschieden seien und die Samen sich im Marke erzeugten. Auf sie folgten Stockpflanzen als zweite Stufe, bei denen Stamm und Blattbildung schon zu einiger Vollkommenheit gekommen seien, dann als dritte und vierte Stufe Blüthen- und Fruchtpflanzen. Es verlohnt sich nicht, den Analogien- und Zahlenspielereien dieses und der ähnlichen naturphilosophischen Systeme von Agardh, Fries, Rudolphi, Reichenbach und Anderer ausführlicher zu gedenken. Rudolphi leistete als Anatom und Zoologe, namentlich bei der Bearbeitung der Eingeweidewürmer Reiferes, denn als Botaniker, wo er sich streng der Metamorphosen-Lehre anschloß und 5 Oberklassen (Wurzel-, Stengel-, Laub-, Blüthen- und Fruchtpflanzen) bildete, deren Unterklassen je eine dreifache Metamorphose versinnlichen sollten: 1. Entstehung eines Organs aus einem niedern, 2. Vollendung der typischen Form, 3. Uebergang zu einer höheren Ordnung. Am längsten erhielt sich unter diesen philosophirenden Anordnungen das Reichenbach'sche System in Gebrauch, welches wenigstens in der Gesammtauffassung des Pflanzenreichs einen gesunden Gedanken brachte. Er verglich es einem immerblühenden, immerfruchtenden, vieläftigen Baume, an welchem die Hauptäste die Klassen, die Aeste die Ordnungen,

sich der naturphilosophischen Richtung und später besonders dem Studium der Nachtseiten der menschlichen Natur zu, starb 11. Okt. 1862 in Jena.

Fries, Elias. Geb. 15. Aug. 1794, studirte zu Lund, wurde daselbst Professor der Botanik, lehrte seit 1834 in Upsala und machte sich später besonders um die Erforschung des Pilzreichs verdient. Er starb 8. Febr. 1878 in Upsala.

Rudolphi, Carl Asmund. Am 14. Juni 1771 in Stockholm von deutschen Eltern geboren, studirte er in Greifswald, habilitirte sich daselbst und wurde 1808 Professor; 1810 nach Berlin berufen, legte er dort die Grundlage für ein fruchtbares Studium der vergleichenden Anatomie und Physiologie. Er starb daselbst am 29. Nov. 1832. Johannes Müller war sein Schüler.

Reichenbach, Heinrich Gottlieb Ludwig. Geb. 8. Jan. 1793 in Leipzig, studirte daselbst Medizin und Naturwissenschaften, wurde 1820 Professor daselbst; später nach Dresden als Direktor des Naturalienkabinettes berufen, schuf er dort den botanischen Garten und starb 17. März 1879. Sein Pflanzensystem veröffentlichte er zuerst 1828 und gab später zahlreiche botanische und zoologische Bilderwerke heraus. Sein Sohn Heinrich Gustav bereicherte namentlich die Orchideenkunde.

die Zweige die Familien, die Seitenzweige die Gattungen und die Knospen die Arten repräsentiren sollten.

Ueber Goethes botanische Bestrebungen und seinen „unheilvollen" Einfluß auf die naturphilosophische Schule haben später Schleiden und auch Sachs in seiner „Geschichte der Botanik" sehr herb geurtheilt. Es scheint aber, daß sie seine meist ganz gesunden Auffassungen gründlich mißverstanden haben, und überdem wäre es sehr ungerecht, den Dichter für die tollen Seitensprünge von Fachbotanikern wie Meyer und des ältern Nees von Esenbeck verantwortlich machen zu wollen. Spätere Beurtheiler, wie Kirchhoff und Cohn sind ihm gerechter geworden. Noch einmal, wenige Jahre vor seinem Tode war es Goethe beschieden, einen belebenden Einfluß auf die botanische Morphologie auszuüben. Von der Goetheschen Metamorphosenlehre ausgehend, hatte der vielerfahrene Reisende und Bearbeiter der Flora von Brasilien Philipp von Martius

Meyer, Ernst Heinrich Friedrich. Geb. 1791, wurde Professor und Direktor des botanischen Gartens in Königsberg, schrieb eine ausgezeichnete, leider unvollendete Geschichte der Botanik (Königsberg 1854—57, 4 Bände), starb 1858.

Nees von Esenbeck, Christ. Gottfried. Geb. 14. Febr. 1776 zu Erbach, studirte in Jena Medizin und Botanik, 1816 Professor der Naturwissenschaften und Direktor des botanischen Gartens in Erlangen, seit 1818 Präsident der leopoldinisch-karolinischen Akademie der Naturforscher, ging 1819 nach Bonn, 1831 nach Breslau, 1848 nach Berlin, wo er in die politische und freireligiöse Bewegung verwickelt, 1849 ausgewiesen und 1852 seiner Breslauer Professur enthoben wurde. Er arbeitete außer über naturphilosophische Probleme über Algen, Pilze, Moose, Gräser, Zimmt- und Lorbeerarten und starb 16. März 1858 in Breslau. Sein Bruder Theodor Friedrich Ludwig (1787—1837) lehrte in Leiden und Bonn Botanik.

Kirchhoff, die Idee der Pflanzenmetamorphose bei Wolff und bei Goethe (Berlin 1867).

Cohn, Ferdinand Julius. Geb. 24. Jan. 1828 in Breslau, seit 1859 Professor der Botanik daselbst, beschäftigte sich namentlich mit der Morphologie und Entwicklungsgeschichte der niedern Pilze und Algen, schrieb „Die Pflanze" (Leipzig 1882, zweite Aufl. Breslau 1897, mit dem Abschnitt „Goethe als Botaniker) und starb 25. Juni 1898 in Breslau.

Martius, Karl Friedrich Philipp von. Geb. 17. April 1794 in Erlangen, studirte daselbst seit 1810 Medizin, betheiligte sich an der 1817—1820 von der österreichischen und bayerischen Regierung veranstalteten Forschungsreise nach Brasilien, bearbeitete dann die Naturgeschichte der Palmen (München 1823—53 mit 245 kolor. Tafeln) und verschiedene andere Pflanzenfamilien, gab auch seit 1840 die Flora brasiliensis heraus, die nach seinem Tode von Eichler, seit 1887 von Urban fortgeführt wird. Er wurde 1826 Professor der Botanik, 1832 Direktor des botanischen Gartens in München, trat 1864 in den Ruhestand und starb 13. Dez. 1868. Vergl. seine Biographie von Schramm (Leipzig 1869, 2 Bände).

auf den beiden aufeinanderfolgenden Naturforscher-Versammlungen in München und Berlin (1827 und 1828) Vorträge über „Architektonik der Blüthen" gehalten, in denen er nachzuweisen versuchte, daß die scheinbaren Kreise metamorphosirter Blätter, welche die Blumenkronen bilden, nicht eigentlich in Kreisen, sondern in Spirallinien angeordnet sind, wie die Stengelblätter vieler Pflanzen ebenfalls, von denen dies schon Cäsalpin und Bonnet erkannt hatten. Goethe bemächtigte sich dieses Gedankens seines „theuren Ritters" alsbald und erkannte darin mit Recht ein seine Metamorphosenlehre ergänzendes Moment, sofern dadurch nun nicht blos die eigentliche Natur, sondern auch die Stellungsverhältnisse der Blätter in der Blume wiederkehrend erschienen und die ganze Gestalt der Pflanze durch ein Gesetz geregelt würde. Er sah von da ab zwei Haupttendenzen im Wachsthum der Pflanze lebendig werden, die „Vertikaltendenz", welche den Stamm zum Lichte empor und die Wurzel in die Tiefe hinabtreibt, das also, was wir jetzt als negativen und positiven Geotropismus bezeichnen, und die Spiraltendenz, welche als das wesentlich producirende Lebensprinzip auf die Peripherie wirke, wo sich die Blätter in Schraubenwindungen anordnen, um dadurch, wie Bonnet glaubte, die Beschattung der untern durch die obern zu mindern. Goethe schrieb nun alsbald „Aphorismen über die Spiraltendenz der Vegetation" nieder, in denen sich wie natürlich, Treffendes und Unzutreffendes mischte, worin aber schon die richtige Wahrnehmung vorkommt, daß sich ganz seiner Metamorphosenlehre entsprechend, die Spiralen in der Blüthen- und Fruchtbildung, z. B. bei Aroideen-Kolben und Tannenzapfen zusammenziehen.

Durch diese Martius-Goetheschen Betrachtungen angeregt, traten Schimper und Braun, die innig befreundet, wie

Schimper, Karl Friedrich. Geb. 15. Febr. 1803 in Mannheim, studirte erst Theologie, dann Medizin in Heidelberg, ging dann 1828 mit A. Braun und Agassiz nach München, wo er bis 1842 verblieb und an der Begründung der Blattstellungs- und Eiszeits-Theorie thätig war. Später lebte er abwechselnd in Mannheim und Heidelberg, seit 1849 als Pensionär des Großherzogs von Baden in Schwetzingen, wo er am 21. Dezember 1867 starb. Von seinen wenigen wissenschaftlichen Publikationen ist die Beschreibung des Symphytum Zeyheri (Heidelberg 1835) die bedeutendste. Vergl. Bolger's Lebensbeschreibung, 3. Aufl. Frankfurt a. M. 1889. Von seinen Brüdern machte sich Wilhelm als Afrikareisender, Wilhelm Philipp (1808—1880), Professor der Geologie und Mineralogie in Straßburg, als hervorragender Moosforscher und Paläontologe, sein Sohn A. W. F. Schimper, Professor der Botanik in Basel (gest. 10. September 1901) als Pflanzenphysiologe und Erforscher der Symbiose zwischen Pflanzen und Thieren bekannt. Er gab die „Botanischen Mittheilungen aus den Tropen" (Jena seit 1888) heraus.

Braun, Alexander. Geb. 10. Mai 1805 in Regensburg, studirte 1824—27 in Heidelberg Medizin, dann bis 1831 in München und bis 1832 in

vorher die Heidelberger Universität, damals die Münchener gemeinsam bezogen hatten, diesen Problemen näher. Schon vor dem Jahre 1830 gelangten sie zur Auffindung merkwürdiger Gesetzmäßigkeiten im Aufbau der Pflanzen, über die zuerst Braun in seinen „Untersuchungen über die Anordnung der Schuppen an den Tannenzapfen" (1830) und später Schimper berichteten. Sie fanden, daß man an den Pflanzenstengeln, welche keine gegenüberstehenden, sondern scheinbar unregelmäßig in Spiralen um den Stengel vertheilte Blätter tragen, meist bevor man zu dem nächsten, über dem Ausgangsblatte stehenden Blatte gelangt, rings um den Stamm laufend, Blattzahlen vertheilt sind, die der Reihe 1. 2. 3. 5. 8. 13. 21. 34 . . . . . . angehören, einer Reihe, deren Zahlen stets durch Addition der beiden voraufgehenden Glieder erhalten werden. Setzt man diese Blattzahlen als Nenner von Brüchen, deren Zähler die Umläufe bezeichnen, welche die Blattspirale zu beschreiben hat, bevor sie zu dem nächst darüber stehenden Blatte gelangt, so erhält man dieselbe Reihe auch in den Zählern:

$^1/_2$, $^1/_3$, $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$, $^8/_{21}$, $^{13}/_{34}$ u. s. w.

Diesen Zahlen begegnen wir aber nicht blos an den Stengelblättern, sondern auch in den Blüthenkreisen und in den Stellungen der Blüthen und Früchte in zusammengesetzten Blüthen- und Fruchtständen, wobei im Sinne der Goetheschen Metamorphosenlehre oft ein Fortschritt von einfacheren zu höheren Verhältnissen bei den metamorphosirten Blättern stattfindet. So beginnt der gemeine Löwenzahn am Keime, wie alle Dicotylen, mit dem einfachsten Stellungsverhältnisse ($^1/_2$), geht dann in den Wurzelblättern zur $^2/_5$-Stellung, im Kelch zur $^5/_{13}$- und in den Blüthen zur $^8/_{21}$-Stellung über. Die höheren Glieder der oben angefangenen Reihe: $^{21}/_{55}$, $^{34}/_{89}$, $^{55}/_{144}$, $^{89}/_{233}$ u. s. w. finden wir unter andern in den eleganten Schraubenlinien, mit denen die Blattnarben die Stämme der Schuppen- und Siegelbäume aus der Steinkohlenzeit verzieren, an dem künstlerisch vollendeten Pinienzapfen, mit dem die Baumeister des Alterthums gern ihre Kuppelbauten krönten, in den streng nach diesen Regeln angeordneten Stacheln vieler Cactusarten und den prächtigen Wurzel-Blattrosetten der Agaven und Hauslaubarten, die höchsten der oben angeführten Glieder in den Blüthen- und Fruchttellern der Sonnenblumen, wobei trotz aller Komplikation der bildenden Natur nur selten ein Rechenfehler nachgewiesen werden kann.

Paris Botanik, wurde 1833 am Polytechnikum von Karlsruhe Professor der Botanik, ging 1846 nach Freiburg, 1850 nach Gießen und 1851 nach Berlin, wo er auch die Leitung des botanischen Gartens übernahm und am 29. März 1877 starb. Hauptwerke: „Betrachtungen über die Verjüngung in der Natur" (Leipzig 1850), „Das Individuum der Pflanze" (Berlin 1853), „Parthenogenesis bei Pflanzen" (Das. 1857), „Polyembryonie und Keimung von Caelebogyne" (Das. 1860). Vergl. Mettenius A. Brauns Leben (Berlin 1882).

Mit der Entdeckung dieser Blattstellungsgesetze schien die äußere Morphologie der Pflanzengestalt abgeschlossen und es wurde zugleich Licht darauf geworfen, warum in den Blüthentheilen die Drei- und Fünfzahl so stark vorherrschen. Wir wissen, daß bei den Monocotylen sowohl in der Anordnung der Stengelblätter, wie in den Blüthentheilen die Dreizahl, bei den Dicotylen die Fünfzahl weitaus die Häufigste ist, und können in manchen Fällen, z. B. an den Kelchblättern der Rose ohne Weiteres erkennen, daß es sich dabei um $^2/_5$ Stellung handelt, denn es giebt darunter zwei äußere beiderseits „bebartete", ein mittleres halbbärtiges und zwei innere bartlose. Ueber die Ursache und Bedeutung dieser „geheimen Mathematik" im Pflanzenbau ist viel gesonnen worden. Zeising glaubte darin das Schönheitsgesetz des „goldenen Schnittes" zu erkennen, der eine gegebene Größe so theilt, daß sich der kleinere Theil zum größeren verhält, wie der letztere zur Summe Beider, d. h. zum Ganzen. In der That nähern sich die höheren Glieder jener Reihe fortschreitend mehr diesem idealen Verhältnisse, ohne dasselbe vollkommen ausdrücken zu können. Es findet dabei fortschreitend eine größere Annäherung an den Divergenz-Winkel von ca. 137,50 ° statt.

Verschiedene Botaniker kamen indessen bei erneuten Prüfungen zu rein mechanischen Erklärungen. Hofmeister führte den Grundplan der spiraligen Blattanordnung auf die allgemeine Regel zurück, daß neue Seitenachsen aus der Hauptachse immer an denjenigen Stellen des Umfangs hervortreten müßten, welche von den benachbarten Ansätzen am weitesten entfernt sind. Schwendener dagegen wollte von den Bedingungen des Entstehens neuer seitlicher Auswüchse ganz Abstand nehmen und ausschließlich die nachträgliche Verschiebung der Organe durch ihren gegenseitigen Druck als Ursache dieser Anordnungen erkennen. Wenn die seitlichen Organe an der Stammspitze in spiraliger Reihenfolge mit beliebigen Divergenzen zwischen 180 ° und ca. 120 ° in einiger Gleichmäßigkeit angelegt würden, so müsse der longitudinale, d. h. ein der Achse paralleler Wachsthumsdruck mit mathematischer Nothwendigkeit eine allmähliche Annäherung der Divergenzen an den Winkel von ca. 137,50 ° führen. Es sei dahingestellt, ob diese nicht ohne Anfechtung gebliebene Darlegung Schwendeners nach allen Richtungen befriedigen kann, denn es scheint daraus nicht mit voller Klarheit hervorzugehen, warum bei den verschiedenen Pflanzenarten

Zeising, Adolph. Geb. 24. Sept. 1810 in Ballenstedt, wurde Professor am Gymnasium in Bernburg, lebte als Privatmann seinen ästhetischen Studien nachsinnend, seit 1853 meist in München, wo er 27. April 1876 starb. Er glaubte das Verhältniß des goldenen Schnittes nicht nur in den Proportionen der menschlichen Gestalt, sondern auch in allen Natur- und Kunstformen nachweisen zu können, und schrieb darüber: „Aesthetische Forschungen" (Frankfurt 1855) und das aus seinem Nachlaß veröffentlichte Werk: „Der goldene Schnitt" (Halle 1884).



verschiedene Stellungsverhältnisse mit so großer Hartnäckigkeit festgehalten werden, obwohl die Beschleunigung und Verlangsamung der Bildung von Seitentheilen dabei eine Rolle spielen mag.

Man darf es wohl als sicher annehmen, daß Goethe von dieser Lösung des Räthsels der „Spiraltendenz“ nicht befriedigt worden wäre, obwohl sie die Vertikaltendenz ebenfalls herbeizieht, schwerlich auch Alexander Braun, der noch lange im Goethe'schen Geiste fortarbeitete. Es ist merkwürdig, wie nachhaltig Goethes Ideen über den Pflanzenwuchs selbst bedeutende Geister anregten und in Bann hielten. An eine Erörterung der vielverkannten Idee der „Urpflanze“ knüpfte sich die Freundschaft mit Schiller; Alexander von Humboldt wurde von der Metamorphosenlehre so gefesselt, daß

Humboldt, Friedrich Heinrich Alexander, Freiherr von. Geb. 14. Sept. 1769 in Berlin, studirte 1787—88 in Frankfurt a. d. O. und Berlin, ging 1789 nach Göttingen, reiste 1790 mit Georg Forster durch Belgien, Holland, England und Frankreich, bezog 1791 die Bergakademie zu Freiberg, wo er mit Werner, Leopold von Buch und Freiesleben in nahen Verkehr trat. Dann machte er 1792 zum Bergassessor und Oberbergmeister ernannt, Reisen durch die Schweiz und Tirol, arbeitete über die Zusammensetzung der Luft und der Erdgase, konstruirte eine Sicherheitslampe und eine Athmungsmaschine für Grubenarbeiten. Auch stellte er damals seine physiologischen Versuche an. Er verließ das Bergfach 1797, hörte drei Monate in Jena anatomische Vorlesungen bei Loder, trat mit Goethe und Schiller in Verkehr, und ging dann nach Paris, um die Reisepläne vorzubereiten, auf die Forster seine Blicke gerichtet hatte. Er machte dort die Bekanntschaft des Botanikers Bonpland, mit dem er sich, nachdem sie den Winter 1797—98 in Spanien zugebracht und die nöthigen Pässe erlangt hatten, am 5. Juni 1799 nach Amerika einschiffte. Er durchforschte dort zunächst Venezuela und das Orinokogebiet, ging 1800 nach Cuba, dem Plateau von Bogota und Quito, untersuchte die Cordilleren, in denen er am Chimborazo die bis dahin unerreichte Höhe von 5810 Meter erstieg, gewann die Westküste und kam nach beschwerlicher Fahrt nach Acapulco. Nach einem Jahresaufenthalte in Mexico und einem kürzeren in Nordamerika, gelangte er am 9. Juli 1804, nach beinahe fünfjähriger Abwesenheit, nach Europa zurück. Gasanalytische Arbeiten mit Gay-Lussac, eine Reise mit diesem und Leopold von Buch nach Italien, hielten ihn noch anderhalb Jahr von seiner Heimath entfernt, die er schon 1807 wieder verließ, um den Prinzen Wilhelm nach Paris zu begleiten. Dort verweilte er längere Zeit, um mit Hilfe zahlreicher Gelehrten seine Reiseergebnisse zu bearbeiten und kehrte erst 1827 dauernd nach Berlin zurück, wo er seine berühmten Vorträge über physische Weltbeschreibung in der Singakademie hielt. Aber schon 1829 begleitete er mit Gustav Rose und Ehrenberg eine im Auftrage des Kaiser Nikolaus ausgerüstete Expedition nach dem Ural, Altai und Kaspisee. Nach der Rückkehr wurde er seines hohen Ansehens im Auslande wegen zu oft wiederholten Malen in politischen Missionen nach Paris, London, Kopenhagen u. s. w. entsandt, fand aber inzwischen Zeit, seine Werke zu fördern, die magnetischen Beobachtungsstationen ins Leben zu

er die erste bedeutende Frucht seiner großen Reise in die Aequinoctialgegenden, die in Gemeinschaft mit Bonpland herausgegebenen „Ideen zur Geographie der Pflanzen" (1807) dem großen Dichter und Denker widmete. Auf dem von Thorwaldsen entworfenen, gestochenen Titelblatte erblicken wir den Genius der Naturforschung, wie er das Bild der vielbrüstigen Naturgöttin entschleiert, zu deren Füßen eine Tafel mit der Aufschrift: „Metamorphose der Pflanzen" liegt. Wir dürfen ohne Zögern in Humboldts botanischen Studien den Schwerpunkt seiner Produktivität als Naturforscher sehen; seine ersten Veröffentlichungen, wie die Flora subterranea (Berlin 1793) galten botanischen Problemen, mit ihnen stehen seine Studien über Klimatologie und Linien gleicher Wärme des Erdballs im nächsten Zusammenhange und immer erhob sich seine Sprache zum höchsten Schwunge, wenn er Veranlassung fand, die Physiognomie der Pflanzengruppirungen in den von ihm besuchten Ländern zu schildern. Was er auch sonst als Geograph, Geognost, als Physiologe, Chemiker und Physiker, und als Historiker der großen Zeit der Entdeckungen geleistet hat, mit dem Herzen war er am meisten bei seinen botanischen Entdeckungen betheiligt, in deren Bearbeitung ihn namentlich Bonpland und Kunth unterstützten. Für die Physiologie gab er werthvolle Anregungen in seinem Werke über „Die gereizte Muskel- und Nervenfaser, nebst Vermuthungen über den chemischen Prozeß des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt" (Berlin 1797—99, 2 Bände), aber in der Zoologie und Paläontologie lag er zu tief

rufen, und seine Studien fortzusetzen, als deren reifste Frucht der „Kosmos" (Stuttgart 1845—58, in 4 Bänden) hier allein erwähnt sei. Er starb am 6. Mai 1859 in Berlin. Vergl. A. v. H. eine wissenschaftliche Biographie, im Vereine mit Avé-Lallemant, Carus, A. Dove u. A. Herausgegeben von Bruhns (Leipzig 1872, 3 Bände) und die kürzeren Lebensabrisse von Klencke, Löwenberg, Ule und Wittwer.

Bonpland, Aimé. Geb. 22. August 1773 in La Rochelle, hatte Chirurgie und Medizin studirt, sammelte im Verein mit Humboldt in Amerika über 6000 Pflanzenarten, von denen über die Hälfte noch unbeschrieben waren, wurde 1804 Vorsteher der botanischen Gärten in Navarra und Malmaison, ging 1816 nach Buenos Ayres, wo er erst eine Professur annahm, dann durch den Diktator von Paraguay gefangen genommen wurde, weil er eine Pflanzung von Paraguay-Thee angelegt hatte, dessen Monopol die Regierung behalten wollte. 1829 freigelassen, ging er nach Brasilien, woselbst er am 4. Mai 1858 in Santa Ana starb. Er gab mit Humboldt die Plantes équinoxiales recueillies en Mexique (Paris 1805—1818, 2 Bände) und die Monographie der Melastomaceen (das. 1806—1823, 2 Bände mit 120 Tafeln) heraus.

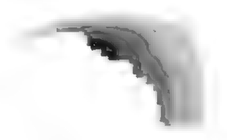
Kunth, Karl Sigismund. Geb. 18. Juni 1788 in Leipzig, später an der Berliner Seehandlung, wandte sich unter Humboldts Einfluß der Botanik zu und beschrieb die meisten der von ihm und Bonpland gesammelten Pflanzen, namentlich die Gräser, Leguminosen und Mimosen. Er starb als Professor und Vicedirektor des botanischen Gartens in Berlin am 22. März 1850.

in den Anschauungen von Cuvier über die Unveränderlichkeit der Arten verstrickt, um fruchtbare Anschauungen zu entwickeln. Dieser Theil seines großen Weltgemäldes „Kosmos“ ist daher auch der Unbefriedigenste. Mit seiner universalen Ausbildung steht er in unsrem Andenken als das Musterbild aller wissenschaftlichen Reisenden und als das Vorbild aller nach ihm kommenden, deren Unternehmungen er mit wahrer Hingebung förderte. Für Deutschland hebt die Zeit der großen Forschungs-Expeditionen mit seinen Reisen an. Allerdings ließ er seinen Einfluß am preußischen Hofe auch andern wissenschaftlichen Unternehmungen voll zu Theil werden, wie z. B. den mit Gauß geplanten, magnetischen Beobachtungsstationen. Seit den Tagen von Leibniz war ein so universaler Förderer aller wissenschaftlichen Bestrebungen nicht gesehen worden.

Und noch nach einer andern Seite gab er ein großes Beispiel für Deutschland, in seinen Bestrebungen, die Errungenschaften der Forschungen dem Volke in bester Form mitzutheilen. Er ist der Begründer und das nur selten erreichte Vorbild aller populären Naturdarsteller geworden, einerseits indem er die Fachgelehrten ermuthigte, den nach seinem Vorgange nicht mehr „schimpflichen“ Versuch zu wagen, den Gebildeten des Volkes von ihren Forschungen selbst Nachricht zu geben, andrerseits indem er berufenen Schriftstellern den Weg zeigte. Was die Roßmäßler, Schleiden, Brehm

Roßmäßler, Emil Adolph. Geb. 3. März 1806 in Leipzig, hatte daselbst Theologie studirt, wandte sich aber den Naturwissenschaften zu, wurde 1830 als Professor an die Forstakademie von Tharand berufen, verlor dieses Amt wegen seiner Theilnahme am Rumpfparlament (1849) und lebte seitdem in Leipzig, wo er am 8. April 1867 starb. Seine Hauptarbeit ist die „Ikonographie der europäischen Land- und Süßwassermollusken“ (Leipzig und Dresden 1835—62, 7 Bände), wichtiger aber war seine Thätigkeit als Volksschriftsteller durch seine meist vielfach aufgelegten Werke: „Der Mensch im Spiegel der Natur“ (Leipzig 1850—55, 5 Bände), „Die vier Jahreszeiten“ (Gotha 1855), „Die Geschichte der Erde“ (Berlin 1856), „Das Wasser“ (Leipzig 1858), „Der Wald“ (Das. 1863) und mit Brehm, „Die Thiere des Waldes“ (Das. 1863—1867, 2 Bände). Vergl. seine von Ruß herausgegebene Selbstbiographie (Hannover 1874).

Brehm, Alfred Edmund. Geb. 2. Febr. 1829 in Renthendorf, als Sohn des ausgezeichneten Ornithologen Pfarrer Ludwig Brehm, bereiste 1847—52 Aegypten, Nubien und den östlichen Sudan, studirte dann in Jena und Wien, bereiste 1856 Spanien, 1860 Norwegen und Lappland, 1862 als Begleiter des Herzogs Ernst von Coburg Gotha die Bogosländer, 1877 Sibirien mit Finsch und Graf Waldburg, überall seine Aufmerksamkeit der Thierwelt zuwendend. Inzwischen hatte er eine Zeitlang den Hamburger Zoologischen Garten und das Berliner Aquarium — seine eigene Schöpfung — geleitet. Von einer anstrengenden Vortragsreise in Nordamerika zurückgekehrt, starb er am 11. Nov. 1884 in Renthendorf. Neben seinen Reisewerken sind „Das Leben der



und so viele andere später in dieser Richtung für die Volksbildung geleistet haben, ist nicht zum kleinsten Theile auf seine Anregung zurückzuführen und ebenso die wissenschaftlichen Vorträge vor einem „gemischten Publikum", denen seine „Ansichten der Natur" entsprungen sind, und jetzt theils von Reiserednern, theils in wissenschaftlichen Instituten, wie der Berliner Humboldt-Akademie, Urania u. s. w. fortgesetzt werden.

Anregungen der Vertheilung der Lebewesen über den Erdball nachzugehen, waren ja schon früher von Treviranus (S. 583) gegeben worden, aber natürlich konnte nur ein Reisender mit weitem Blick und Gesichtskreis dieses Studium beleben. Daß die Pflanzengeographie hierbei der Thiergeographie voraufgehen mußte, ist natürlich, denn bei der Pflanze, die trotz aller Verbreitungsmittel der Samen und Früchte nicht die selbstthätige Wanderfähigkeit der Thiere durch Länder, Gewässer und Lüfte besitzt, ist die Abhängigkeit von Heimath, Himmelstrich, Boden und Klima, eine Gefangenschaft in manchmal engen Bezirken um so spürsamer. Die Pflanzen-Geographie wurde, nachdem ihr auch der ältere De Candolle seine Aufmerksamkeit zugewandt, namentlich von seinem Sohne Alphonse De Candolle gefördert, worauf Grisebach

Vögel" (2. Aufl., Glogau 1867—68) und das „Illustrirte Thierleben" mit O. Schmidt und E. Taschenberg (2. Aufl., Leipzig 1876—79, 10 Bände) seine Hauptwerke.

DeCandolle, Alphonse, Sohn von August Pyramus. (S. 592.) Geb. 28. Okt. 1806 in Paris, studirte in Genf Rechtswissenschaft, wandte sich aber nach seines Vaters Tode ganz der Botanik zu, erbte seine Professur und wurde Direktor des botanischen Gartens in Genf. Er verfaßte unter vielen andern Schriften eine Géographie botanique raisonnée (Paris 1855, 2 Bände) und Origines des plantes cultivées (Paris 1883 und deutsch Bas. 1868) und starb 4. April 1893 in Genf.

Grisebach, August Heinrich Rudolf. Geb. 17. April 1814 in Hannover, studirte 1832—37 in Göttingen und Berlin Medizin und Botanik, habilitirte sich 1837 in Göttingen, durchforschte botanisch einen großen Theil Europas, bearbeitete zahlreiche Pflanzenfamilien (Gentianeen, Smilacineen, Dioskoreen, Malpighiaceen u. A.) theils monographisch, theils für Martius' Flora brasiliensis und wandte sich dann vorzugsweise den Problemen der Pflanzengeographie zu, die er in nachstehenden Werken behandelte: „Ueber die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschland" (Berlin 1840), „Die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens" (Göttingen 1865) und in seinem Hauptwerk „Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung" (Leipzig 1872, 2 Bände, 2. Aufl. 1884). Auch gab er seit 1840 Jahresberichte über die Fortschritte der Pflanzengeographie im Archiv für Naturgeschichte, später bis zu seinem am 9. Mai 1879 in Göttingen erfolgten Tode in Brehms Geographischen Jahrbuch. Nach seinem Tode erschienen noch „Gesammelte Abhandlungen zur Pflanzengeographie" (Leipzig 1880).

ihr seine Lebensarbeit widmete und klassische Darstellungen derselben gab, während Hoffmann neben der Abhängigkeit der Pflanzen von Boden und Klima zugleich die Phänologie, d. h. die periodischen Erscheinungen des Pflanzen- und Thierlebens ins Auge faßte, ein Studium, welches seit 1828 besonders von Schübler in Tübingen, Fritsch in Wien, Quetelet in Belgien gefördert wurde. Eine tiefere Erfassung der pflanzengeographischen Probleme konnte freilich erst angebahnt werden, nachdem der Glaube an die Unveränderlichkeit der Arten vollständig erschüttert und die Einflüsse des Wohnplatzes auf die Veränderlichkeit der Arten erwiesen war, was allerdings schon bezüglich der spätern Beobachtungen und Veröffentlichungen Hoffmanns gilt.

Unter den botanischen Reisenden des beginnenden Jahrhunderts war neben Humboldt und Martius der von dem ersteren als „Fürst der Botaniker" bezeichnete Robert Brown einer der erfolg-

Hoffmann, Hermann. Geb. 22. April 1819 in Rödelheim bei Frankfurt a. M., studirte in Gießen und Berlin Medizin, habilitirte sich 1842 in Gießen, wurde 1853 ord. Professor der Botanik und stellte außer zahlreichen Arbeiten über höhere und niedere Pilze seit 1855 fortdauernd Beobachtungen und Versuche, über die Variation der Pflanzen, Einfluß des Bodens, Pflanzen-Geographie, -Klimatologie und -Phänologie an. Er gab „Mycologische Berichte" (Gießen 1862—72) heraus und schrieb: „Pflanzenverbreitung und Pflanzenwanderung" (Darmstadt 1852), „Witterung und Wachsthum, Grundzüge einer Pflanzenklimatologie" (Leipzig 1857), „Untersuchungen zur Klima- und Bodenkunde, mit Rücksicht auf die Vegetation" (1865), „Thermische Vegetationskonstanten" (seit 1881), sowie zahlreiche Schriften zur Phänologie, zum Theil in Gemeinschaft mit Ihne, der nach seinem am 26. Okt. 1891 in Gießen erfolgtem Tode einen Nekrolog herausgab.

Schübler, Gustav (1787—1834). Professor der Botanik in Tübingen.

Fritsch, Karl. Geb. 16. Aug. 1812 in Prag, hatte Philosophie und Rechtswissenschaft studirt, wandte sich aber dem Studium der Meteorologie und des Erdmagnetismus zu und machte seit 1834 phänologische Aufzeichnungen, für die er so lebhafte Theilnahme zu wecken wußte, daß er schon 1857 mit mehr als 100 Correspondenten arbeitete. Er starb 26. Dez. 1879 in Salzburg.

Quételet, Lambert Adolf Jacques (1796—1874), der ausgezeichnete Mathematiker, Meteorologe und Statistiker in Brüssel.

Brown, Robert. Geb. 21. Dez. 1773 in Montrose (Schottland), studirte in Aberdeen und Edinburg Medizin, begleitete auf Sir Rob. Banks Empfehlung die Expedition des Kapitäns Flinders zur Erforschung der Küsten Australiens als Botaniker, erbte 1820 die Bibliothek und Sammlungen seines Gönners, nachdem er 10 Jahre sein Bibliothekar gewesen war. Brown übergab diese Sammlungen, statt nach seinem Tode, sogleich dem britischen Museum und arbeitete als Custos desselben weiter. Er bearbeitete, außer den von ihm selbst gesammelten australischen Pflanzen, auch die von Horsfield 1802—5 gesammelten javanischen, und die von Salt in Abessynien, von Christen Smith

reichsten, nicht allein dadurch, daß er gegen 4000 meist neue Arten aus Australien heimbrachte, sondern noch mehr dadurch, daß er die schwierigeren Familien, wie die Gräser, Asklepiadeen, Orchideen, Rafflesiaceen u. a. selbst bearbeitete, und dabei die vergleichende Morphologie und Anatomie der Samenknospe und des aus ihr sich bildenden Samens genauer studirte. Er unterschied zuerst mit voller Klarheit die Bedeckungen (Integumente) der Samenknospe von dem Kern, in dessen Innern sich ein der Fruchthaut (Amnion) der Thiere vergleichbarer Embryosack ausbildet, worin sich bei manchen Samen nach der Befruchtung eine Eiweißmasse (Endosperm) anhäuft, die der jungen Pflanze die erste Nahrung spendet, während sich bei andern Samen die Nahrungsmasse außerhalb des Keimsacks als Perisperm abscheidet und bei wieder andern sich die Keimblätter stark mit Nahrungsstoff füllen, mächtig anschwellen und dadurch den Nahrungssack entbehrlich machen. Er unterschied ferner die verschiedenen Anheftungsverhältnisse des Eies, ob nämlich die Oeffnung (Micropyle) der Eiknospe der Anheftungsstelle des Nabelstrangs gegenüberliegt, das Ei demnach aufrecht (orthotrop) genannt werden kann, oder der Nabelstrang mit den Eihäuten verwächst, so daß die Oeffnung neben dem Nabel zu liegen kommt und das Ei also umgekehrt (anatrop) liegt. Brown erkannte zugleich, daß die von dem Blumenstaub (Pollen) ausgehenden Befruchtungsstoffe nicht, wie man bis dahin geglaubt hatte, durch den Nabelstrang in die Samenknospe gelangen, sondern durch die schon erwähnte Oeffnung der Eihäute (Micropyle), worauf sich der junge Keim im Embryosack an derjenigen Stelle bildet, die der Micropyle zunächst liegt, nach welcher dann das Würzelchen des Keimes stets hingewendet liegt. Alle diese dauernd im Samen ausgeprägten Verschiedenheiten sind im Bereiche der Familien sehr beständig, so daß sie für die Abgrenzung derselben und für die Entscheidung einer Gattungszugehörigkeit sehr wichtig sind, und daher eine große Vervollkommnung des natürlichen Systems ermöglichten. Noch wichtiger war die Entdeckung Browns, daß die bis dahin einfach zu den Dicotylen gerechneten Nadelhölzer (Coniferen) und Sagopalmen (Cycadeen) von allen übrigen Blütenpflanzen darin abweichen, daß ihre Samenknospe nackt, d. h. ohne schützende Häute gebildet wird, wonach man, da die vornehmsten Eintheilungs-Merkmale vom Samen genommen wurden, ihnen den Rang einer besondern Klasse, der **Nacktsamer (Gymnospermen)** zuertheilen mußte.

Die sehr bedeutenden Pflanzenschätze, die inzwischen nach Europa

am Congo, von **Oudney** und **Clapperton** aus Inner-Afrika mitgebrachten Pflanzen, sowie die botanische Ausbeute der Polarreisen von **Roß**, **Parry**, **Sabine** und **Franklin**. Auf **Humboldts** Verwendung bewilligte ihm das Ministerium **Peel** eine Jahresrente von 200 Pfund. Er starb 10. Juli 1858 in London. Seine „Vermischten botanischen Schriften“ gab **Nees von Esenbeck** in deutscher Uebersetzung (Nürnberg 1825—34, 5 Bände) heraus.

gekommen waren, und die zahlreichen neuen Familien, die darnach aufgestellt werden mußten, forderten gebieterisch zu Neuordnungen des natürlichen Systems auf, von denen die durch Bartling aufgestellte sich als sehr brauchbar bewährte. Sie ist eine unter Berücksichtigung der Beobachtungen Browns u. A. vorgenommene Combination der Jussieu- und De Candolle'schen Systeme, welche in acht Unterabtheilungen 255 Familien, die zu 60 Gruppen verbunden wurden, enthält. Sie blieb in Deutschland bis etwa 1850 in Gebrauch, und wurde dann von dem Endlicher'schen Systeme abgelöst, welches noch 25 Familien mehr aufführte. Endlicher theilte das ganze Reich zunächst in 2 Abtheilungen, in Thalluspflanzen (Algen, Pilze und Flechten) und Stammpflanzen (Cormophyten), wozu alle übrigen Gewächse gerechnet wurden. Die Stammpflanzen zerfallen 1) in Endsprosser (Acrobrya) mit reinem Spitzenwachsthum der Achse (Moose, Farne, Cycadeen und Rhizantheen), 2) Umsprosser (Amphibrya), d. h. Pflanzen, die neue Gefäße im Umfange bilden (Monocotylen) und 3) Endumsprosser (Acramphibrya), Pflanzen, bei denen die Achse sich gleichzeitig durch Spitzenwachsthum verlängert und durch peripherisches Wachsthum verdickt, wozu sämmtliche Dicotylen (mit Ausnahme einiger in die erste Abtheilung gestellten Schmarotzer) und die Coniferen gerechnet wurden.

Dasselbe Ansehen, welches die Systeme von Bartling und Endlicher in Deutschland erwarben, genossen in Frankreich das 1843 von Adolf Brongniart entworfene natürliche System,

Bartling, Friedrich Gottlieb. Geb. 9. Dez. 1798 in Hannover, studirte in Göttingen Naturwissenschaften und habilitirte sich daselbst 1822, worauf er 1836 Professor und 1837 Direktor des Botanischen Gartens wurde, und 20. Nov. 1875 starb. Hauptwerk: Ordines naturales plantarum (Göttingen 1830).

Endlicher, Stephan Ladislaus. Geb. 24. Juni 1804 in Preßburg, widmete sich dem geistlichen Stande, den er 1826 verließ, um Naturwissenschaften und Sprachen zu studiren. Er fand 1836 Anstellung als Custos am Wiener Naturalienkabinett, wurde 1840 zum Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens ernannt, war bei Begründung der Akademie nicht weniger betheiligt, als an der politischen Bewegung von 1848. Nachdem er sein beträchtliches Vermögen im Dienste der Wissenschaft geopfert, seine kostbaren Bücher- und Pflanzensammlungen dem Staate geschenkt, machte er seinem arbeitsvollen Leben am 28. März 1849 durch Blausäure ein Ende. Unter seinen zahlreichen gelehrten, vorzugsweise botanischen Arbeiten, befindet sich auch eine chinesische Grammatik. Hauptwerk: Genera plantarum secundum ordines naturales disposita (Wien 1836—50).

Brongniart, Adolphe Théodore, Sohn des Geologen Alexander B. (1770—1847). Geb. 14. Januar 1801 in Paris, studirte Medizin und Botanik, ward 1833 Professor am Pflanzengarten, machte sich sehr verdient um die Kenntniß der fossilen Gewächse und starb 19. Febr. 1876.

welches nur den einen Vorzug besitzt, die von Robert Brown entdeckte Nacktsamigkeit der Coniferen und Cycadeen als Klassenmerkmal aufzunehmen und diese Familien darnach von den Dicotylen zu trennen. Auch das in England bis zur neuern Zeit benützte Lindley'sche System, welches die Fehlgriffe der vorigen — z. B. die Absonderung der Rafflesiaceen, Cytineen und Balanophoreen von ihren nächsten Verwandten, weil sie als Wurzelschmarotzer einen pilzartigen Habitus zeigen — theilt, bietet keine nennenswerthen Fortschritte.

Die Erforschung der thierischen Entwicklungs-Geschichte.

Die Vorgänge und Wandlungen, durch welche sich die Keime der Thiere und Pflanzen nach der Befruchtung zu ausgewachsenen Wesen entwickeln, waren in den früheren Zeiten ihren Anfangsstadien nach so gut wie unbekannt. Die bis zu Ende des achtzehnten Jahrhunderts herrschende Präformationslehre (S. 567) hatte ein Studium dieser Vorgänge für überflüssig erklärt, weil der Keim im Ei vorgebildet läge, schon alle Kennzeichen der späteren Gestalt trüge und durch die ernährenden Stoffe, die ihm zuflößen, eigentlich nur ausgedehnt werde. Zwar hatte man neugierig von Stufe zu Stufe verfolgt, wie sich aus Insektenlarven, Puppen und aus fischartigen Kaulquappen Frösche bilden, aber das waren angeblich nur Metamorphosen des schon vollständig vorhandenen Grundrisses, man glaubte ja den Schmetterling bereits in der Raupe gefunden zu haben (S. 566). Auch nachdem Wolff klar dargethan hatte, daß es keine Präformation in der Natur giebt, daß die Bildung des jungen Thieres wie der jungen Pflanze auf einer vollständigen Neubildung (Epigenesis) beruhe, daß der Keim nur durch Hinzufügung neuer Theile, nicht durch Ausdehnung schon vorhandener wachse, hatte der große Albrecht von Haller den kühnen Neuerer mit seinem Ausspruch „es giebt keine Neubildung" mundtodt gemacht, bis Goethe und Meckel seine Schriften im XIX. Jahrhundert neu auffanden, ihn gleichsam „entdeckten" und neu herausgaben.

Die Jünger der Medizin hatten ja im Interesse ihrer Wissenschaft die Bildung einzelner Organe am menschlichen Keime verfolgt;

Lindley, John. Geb. 5. Febr. 1799 in Chatton bei Norwich, erlernte anfangs die Gärtnerei, wurde 1829 Professor der Botanik in London und lieferte neben zahlreichen botanischen, viele gärtnerische Schriften. Sein seit 1830 in mehreren Büchern, namentlich dem Nixus plantarum (London 1833) dargelegtes System enthält zahlreiche glückliche Verbindungen, aber auch viele irrthümliche und gewagte Zusammenstellungen. Er starb am 1. Nov. 1865 in London.

Döllinger und Andere hatten die lange streitig gebliebene Frage nach dem Vorhandensein einer Dotterblase beim Menschen bejahend entschieden, Oken hatte die Bildung des Darmes aus der Dotterblase verfolgt und auch 1806 die Primordialnieren entdeckt. Tiedemann, Döllinger und Meckel hatten die Entwicklung des Gehirns, Kieser die des Auges, und ein sonst nicht bekannter Graf von Tredern aus Esthland unter Blumenbach (1808) die Bildung des Gesichtes genau studirt, Meckel sogar 1811 aus dem doppelten Ursprunge der Aorta auf ein frühes Auftreten von Kiemenbögen auch bei luftathmenden Wirbelthieren geschlossen. Aber das waren Einzeluntersuchungen und Döllinger äußerte gegen Ernst von Baer den Wunsch, daß unter seinen Augen ein junger Naturforscher die Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Ei von Stunde zu Stunde auf das Genaueste studiren möchte, was sicherlich bedeutende Ergebnisse liefern würde. Baer veranlaßte seinen Freund Pander, der die Mittel aufwenden konnte, um eine reichbeschickte Brutmaschine aufzustellen und zu unterhalten, diese Studien zu unternehmen, die zur festen Begründung der Keimblättertheorie führten. Es wurde festgestellt, daß die blattartige Keimanlage des Hühnchens schon am ersten Bebrütungstage in ein äußeres Haut- und ein inneres Schleimblatt zerfällt, zwischen denen sich später eine dritte Schicht, das Gefäßblatt entwickelt, worauf diese drei Blätter die Grundlagen zur Ausbildung der verschiedenen Organsysteme liefern.

Zunächst in der Absicht, die Pander'sche Arbeit zum bessern Verständniß gleichsam mit lebendigen Illustrationen zu lesen, nahm E. von Baer 1819 in Königsberg die Arbeit von neuem auf, aber aus der

Döllinger, Ignaz. Geb. 24. Mai 1770 in Bamberg, studirte dort, in Würzburg, Wien und Pavia Medizin, erhielt 1791 eine Professur in Bamberg, folgte 1803 einem Rufe als Lehrer der vergleichenden Anatomie nach Würzburg, wo er sich um die Förderung des entwicklungsgeschichtlichen Studiums die größten Verdienste erwarb, obwohl er der naturphilosophischen Richtung angehörte. Er folgte 1823 einem Rufe nach Landshut und 1826 nach München, woselbst er am 14. Jan. 1841 starb.

Pander, Christian Friedrich. Geb. 12. Juli 1794 in Riga, studirte in Jena und Würzburg, begleitete 1820 die russische Gesandschaftsreise nach Bochara als Naturforscher, ward 1823 Mitglied der Petersburger Akademie, wandte sich später der Geologie und Paläontologie zu und starb 22. Sept. 1865. Außer den „Beiträgen zur Entwicklungsgeschichte des Hühnchens im Ei" (Würzburg 1817) haben wir ihm die mit d'Alton herausgegebene kostspielige „Vergleichende Osteologie" (Bonn 1821—28, mit 103 Kupfertafeln), die Goethe so sehr entzückte, zu danken.

Baer, Karl Ernst von. Geb. 17. Febr. 1792 auf dem väterlichen Gute Piep (Esthland), studirte 1810—14 in Dorpat Medizin und wurde dann in Würzburg durch Döllinger für das Studium der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte gewonnen. Zunächst seit 1817 unter Burdach



Nachprüfung wurde eine Vollendung, deren Ergebniß die Erkenntniß einer allgemeinen Uebereinstimmung in den ersten Entwicklungsschritten aller Wirbelthiere bis zum Menschen hinauf war, dessen winziges kaum mit bloßem Auge erkennbares Ei 1827 von ihm entdeckt wurde. Er bezeichnet nun das obere oder äußere Keimblatt, weil sich aus ihm die Organe der vorzugsweise thierischen Funktionen (Empfindung und Bewegung) bilden, als das *animale* und das untere oder innere, aus welchem die Organe der sogenannten vegetativen Thätigkeiten (Ernährung, Verdauung, Blutbildung, Athmung, Absonderung und Fortpflanzung) hervorgehen, als das *vegetative* Keimblatt. Die beiden primären Keimblätter spalten sich dann weiter in anfangs drei, später vier *sekundäre* Blätter oder Schichten, die als *Hautschicht, Fleischschicht, Gefäßschicht* und *Schleimschicht* unterschieden wurden, weil aus der ersteren die Bedeckungen des Körpers und auch das Nervensystem (darum später auch *Hautsinnesblatt* genannt), aus der zweiten das Muskel- und Knochensystem, aus der dritten das Kreislaufs- und Geschlechtssystem und aus der letzten die Verdauungs- und Athmungsorgane hervorgehen.

Diese anfangs zur flachen Scheibe (*Keimscheibe*) ausgebreiteten Schichten, deren Homologie durch das ganze höhere Thierreich spätere Untersuchungen gelehrt haben, vereinigen sich später zu einem Rohr und Hohlkörper, der dann erst als Embryo im engeren Sinne bezeichnet wird, wenn die Gliedmaßen schon an ihm hervortreten. Für den weiteren Gedankengang Baers war nun seine Entdeckung eines schon auf den ersten Stufen erkennbaren, für alle Wirbelthiere typischen Organs, des *Rückenstabes* oder der *Rückensaite* (Chorda dorsalis), woraus sich die Wirbelsäule entwickelt, von weittragendster Bedeutung. In dieser frühen Andeutung der Wirbelsäule erkannte er das in allen späteren Veränderungen der einzelnen Ordnungen gleichbleibende Fundament des Wirbelthier-Typus, und seine tiefgehende Absonderung von den wirbellosen Thieren, bei denen ebenso früh anders geartete Entwicklungsfundamente erkennbar werden. Nach diesen Beobachtungen mußte er

Prosektor in Königsberg, wurde er 1819 außerordentlicher und 1822 ordentlicher Professor der Zootomie und begründete das zoologische Museum. Er folgte 1829 einem Rufe als Professor und Mitglied der Akademie nach Petersburg, kehrte aber schon 1830 nach Königsberg zurück, bis 1834 ein erneuter Ruf ihn dauernd für Petersburg fesselte. Er machte dort zahlreiche wissenschaftliche Reisen und leitete die Bestrebungen, die Fischerei in Rußland zu heben. In spätern Jahren wandte er sein Interesse auch der Anthropologie und Prähistorie zu, berief mit Rud. *Wagner* 1861 die erste Anthropologen-Versammlung nach Würzburg und starb 28. Nov. 1876 in Dorpat. Hauptwerk: „Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere, Beobachtung und Reflexion“ (Königsberg 1828—37, 2 Bände). Vergl. seine „Selbstbiographie“ (Petersburg 1866, 2. Ausg. Braunschweig 1886) und *Stieda* K. E. v. B., (Das. 1878).

sich von ganzem Herzen der Typentheorie, d. h. der Scheidung der Thiere in vier Haupttypen (Wirbelthiere, Weichthiere, Gliederthiere und Strahlthiere) anschließen, die Cuvier von vergleichend anatomischen Grundsätzen ausgehend, aufgestellt hatte. (S. 579). Damit wurde der „Vater der Entwicklungsgeschichte" zugleich der Begründer der vergleichenden Methode in derselben, die ihm zu beweisen schien, daß die vier Typen nicht blos in der Betrachtung des fertigen Thieres, sondern schon von ihrem ersten Entstehen an unvereinbar wären.

„Typus, sagte er, nenne ich das Lagerungsverhältniß der organischen Elemente und Organe als Ausdruck gewisser Grund- und Richtungsverhältnisse zu einander, z. B. des aufnehmenden und ausscheidenden Poles. Von der Stufe der Ausbildung ist der Typus durchaus verschieden, denn derselbe Typus besteht auf mannigfachen Stufen der Ausbildung und umgekehrt wird dieselbe Ausbildungsstufe von verschiedenen Typen durchlaufen. Der Grad der Ausbildung eines thierischen Körpers besteht in einem größeren oder geringeren Maße von Ungleichheit (Heterogeneïtät) der Elementartheile und der einzelnen Abschnitte eines zusammengesetzten Apparates, in der größeren histologischen und morphologischen Sonderung. Je gleichmäßiger die ganze Masse des Leibes, desto niedriger die Ausbildungsstufe. Eine höhere ist es, wenn sich Nerv und Muskel, Blut- und Zellstoff schärfer sondern. Das Produkt aus der Stufe der Ausbildung mit dem Typus ergiebt erst die größere Gruppe von Thieren, die man Klassen genannt hat."

In diesen Sätzen finden wir die erste klarere Erkenntniß jener Entwicklungsähnlichkeiten, die Owen später glücklich als homologe und analoge unterschied, wobei nur die ersteren als Kennzeichen natürlicher Verwandtschaft gelten können. Mit der Verunähnlichung der Elementartheile und Sonderung der Funktionen deutete Baer 1827 denselben Begriff an, den H. Milne-Edwards gleichzeitig unter der Bezeichnung einer fortschreitenden Differen-

Milne-Edwards, Henri. Geb. 23. Okt. 1800 in Brügge, studirte Medizin in Paris, wurde 1841 Professor und 1862 Vicedirektor am Museum, machte zahlreiche Untersuchungen über Krebse und Korallen, die er in Specialwerken behandelte, schrieb eine vergleichende Anatomie und Physiologie des Menschen und der Thiere, sowie die mehrfach aufgelegten „Elemente der Zoologie". Er entwickelte den Begriff der „Arbeitstheilung" als systematisches Merkmal zuerst 1827 und starb 28. Juli 1885 in Paris. Sein Sohn Alphonse M.-E., geb. 13. Okt. 1835 in Paris, wurde 1859 Assistent seines Vaters, begleitete 1880—83 die Tiefsee-Expedition des Travailleur, förderte namentlich die Kenntniß der Krebsthiere und der fossilen Vögel Frankreichs und Madagascars. Seit 1876 Nachfolger seines Vaters in dessen Aemtern, starb er am 21. April 1900 in Paris.

tiation oder Arbeitstheilung als das hauptsächlichste Kriterium des Fortschritts und der höheren Vollkommenheitsstufe bezeichnet hat. Nur bei niedern Organismen fallen den einzelnen Geweben und Organen die verschiedenartigsten Verrichtungen zugleich zu, je höher das Lebewesen steigt, desto mehr Organe bilden sich bei ihm für besondere Leistungen aus.

Die Ergebnisse Baers, die ihm die Unvereinbarkeit der vier Thierkreise auch in ihrer Entwicklungsgeschichte lehrten, bildeten die stärkste Rückendeckung Cuviers. Nur selten sah er über diese Schranken hinaus und man kann nur sagen, daß auch Baer von seinem Standpunkte aus mit gutem Rechte die Naturphilosophen bekämpfte. Und doch konnte er, wenn er bei der Betrachtung der Wirbelthiere stehen blieb, die ja bis dahin das fast alleinige Feld der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen gebildet hatten, die Kielmeyersche Aufstellung, daß die Embryonen der höhern Wirbelthiere auf gewissen Stufen an die Organisation ausgewachsener niedrer Wirbelthiere erinnern, keineswegs für falsch erklären. Meckel, Tiedemann, Rathke u. A. hatten solche Uebereinstimmungen der vorübergehenden Entwicklungszustände des Nervensystems, Blutumlaufs, der Herzbildung, Geschlechts- und Ausscheidungsorgane der höheren Wirbelthiere mit den bleibenden der Fische, Amphibien und Reptile wiederholt nachgewiesen. Als dann Rathke gegen das Ende des dritten Jahrhunderts an den Embryonen der luftathmenden Wirbelthiere das schon von Meckel geahnte Auftreten von Kiemenspalten, das doch nur für Wasserathmer Sinn hätte, als Thatsache erwies, schien Okens Traum vom „im Thierreiche durchleuchtenden Embryo des Menschen" nochmals zu triumphiren.

Das mit den „thierischen Erinnerungen" in der Entwicklungsgeschichte des Menschen verbundene Studium der menschlichen Mißbildungen und Mißgeburten, dem Etienne Geoffroy Saint-Hilaire in den Jahren 1822—34 besonders eifrig obgelegen hatte, (Vergl. S. 577) schien die Aussichten der Naturphilosophen weiter zu begünstigen. Die früher als Strafgerichte des Himmels und Drohzeichen betrachteten Monstra hatten der Theologie und Präformationslehre mehr Schwierigkeiten gemacht, als der besonnenen Entwicklungslehre. Noch im Anfange des XVIII. Jahrhunderts hatte im Schooße der pariser Academie ein langer Kampf zwischen

Rathke, Martin Heinrich. Geb. am 25. Aug. 1793 in Danzig, studirte 1814—17 in Göttingen und Berlin Medizin, praktizirte dann mehrere Jahre in Danzig als Arzt, wobei er eifrig vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Studien betrieb. Er folgte 1829 einem Rufe als Professor der Anatomie nach Dorpat, trat 1835 in Königsberg an die Stelle des nun endgültig nach Petersburg gegangenen E. von Baer als Professor der Zoologie und Anatomie und starb daselbst am 15. Sept. 1860, dem Tage, an welchem er die in Königsberg versammelten deutschen Naturforscher und Aerzte begrüßen sollte.

Lemery und Winslow gewüthet, in welcher der erstere die grotesken Meinungen seines Gegners zu widerlegen suchte, welcher behauptete, die Mißgeburten könnten nur aus monströsen Keimen hervorgehen, die seit aller Ewigkeit dazu präformirt und prädestinirt seien, sich zu Zwergen, Theromorphien, Acephalen, Kleinköpfen, Haarmenschen u. s. w. zu entwickeln. Lemery stellte diesem Phantasma die besonnene Meinung entgegen, der Keim könne ja normal gewesen sein und erst durch Hindernisse und äußere Einwirkungen zu einem unnatürlichen Ziel gedrängt worden sein. Eine ähnliche Ansicht, die ihre Begründung in langjährigen Beobachtungen gefunden hatte, vertraten nun in Deutschland Meckel und in Frankreich Geoffroy und der letztere sagte von den einfachen Mißbildungen, wie Hasenscharte, Wolfsrachen, Kleinköpfigkeit u. s. w.: „was ihnen fehlt, verräth uns eine Hemmung, was sie zu viel haben, einen Ueberschwang der Entwicklung". Bei den Kindern mit Hasenscharten, Wolfsrachen, Kleinköpfen u. s. w. ist die Entwicklung theilweise auf Stufen stehen geblieben, die an thierische Bildungen erinnern, die aber für die regelrechte Entwicklung des Menschen nur Durchgangsstationen bilden. Diese von vielen anatomischen Wahrnehmungen gestützte, auch der spätern vielbesprochenen Vogt'schen Microcephalentheorie zu Grunde liegende Hemmungstheorie Geoffroys wurde schon früher von einigen deutschen Naturphilosophen auf das gesammte Thierreich angewendet. Denn mit demselben Rechte, mit dem man den Microcephalen als einen Menschen betrachten wollte, dessen Gehirnausbildung nicht über diejenige der letzten Vorstufe des Menschen, nämlich des Affen, hinausgediehen sei, konnte man auch, — so wurde argumentirt, — diesen als einen nicht völlig zur Vollendung gekommenen Menschen betrachten, die andern Wirbelthiere aber als schon auf früheren Stufen sitzen gebliebene, „gehemmte" Aspiranten des Menschthums ansehen, die niedersten Thiere endlich als die ersten Anläufe der organischen Natur zur „Menschwerdung". Denn nach dem Selbstbekenntniß der Schelling'schen Philosophie, welches den Menschen in Bezug auf die Natur sagen läßt:

> Ich bin der Gott, den sie im Busen hegt,
> Der Geist, der sich in allem regt,
> Vom ersten Ringen dunkler Kräfte,
> Bis zum Erguß der ersten Lebenssäfte —

sollte ja der Mensch als Krone der Schöpfung, auch jenen schon im Anfange alles Werdens als Ziel vorschwebenden Urtypus darstellen und der Aufschwung zu seiner Organisation das alle Thierentwicklung regelnde und beherrschende Leitmotiv bilden. Es war dies im Grunde gewissermaßen die Quintessenz und letzte Consequenz der teleologischen Weltauffassung, ins Naturalistische übersetzt.

Gegen eine solche Auffassung bis zum letzten Augenblick zu kämpfen, fühlte sich Baer in seinen jungen Jahren ebenso gedrungen wie Cuvier, obwohl er im Alter mit seiner Zielstrebigkeits-



lehre nahe verwandten Ideen huldigte. Er kämpfte dabei allerdings hauptsächlich mit der Wahnidee, daß das einreihige Thiersystem die nothwendige Consequenz jener Anschauungen sei, da ja Oken gemeint habe, alle Thiere seien gewissermaßen nur ein und dasselbe Thier (sein „individuales Thier"), dessen Zustände früher oder später auf bestimmten Entwicklungsstufen festgehalten, jedesmal die Merkmale einer andern Klasse, Familie oder Gattung erkennen ließen. „Einige Anhänger dieser Ideen," klagt Baer 1828, „wurden so eifrig, daß sie nicht mehr von Aehnlichkeit (der Embryonalformen höherer mit erwachsenen niedern Thieren), sondern von völliger Gleichheit sprachen und thaten, als ob die Uebereinstimmung in jeder Einzelnheit nachgewiesen wäre. Noch kürzlich lasen wir in einer Schrift über den Blutumlauf des Embryo: nicht eine Thierform lasse der Embryo des Menschen aus. Man lernte allmählich die verschiedenen Thierformen als auseinander entwickelt sich denken . . . ."

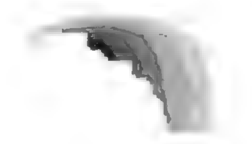
Des trocknen Tons nun satt, fährt er nach einigen weitern Klagen über die Kühnheit der Naturphilosophen fort: „Unterstützt durch die Erfahrung, daß in den ältern Erdschichten keine Reste von Wirbelthieren vorkommen, glaubte man erweisen zu können, daß eine solche Umformung der verschiedenen Thierformen wirklich historisch begründet sei und erzählte endlich ganz ernsthaft und im einzelnen, wie sie auseinander entstanden wären. Nichts war leichter. Ein Fisch, der ans Land schwimmt, möchte dort gern spazieren gehen, wozu er seine Flossen nicht gebrauchen kann. Sie verschrumpfen in der Breite aus Mangel an Uebung und wachsen daher in die Länge. Das geht über auf Kinder und Enkel einige Jahrtausende hindurch. Da ist es denn kein Wunder, daß aus den Flossen zuletzt Füße werden. Noch natürlicher ist es, daß der Fisch auf der Wiese, da er kein Wasser findet, nach Luft schnappt. Dadurch treibt er endlich in einer ebenso langen Frist Lungen hervor, wozu nur erfordert wird, daß einige Generationen unterdeß sich ohne Athmung behalfen. — Der lange Hals der Reiher rührt daher, daß ihre Stammeltern diesen Theil oft ausstreckten, um Fische zu fangen. Die Jungen bekamen nun schon etwas ausgezogene Hälse mit auf die Welt und kultivirten dieselbe Unart, die ihren Nachkommen noch längere Hälse gab, woraus denn zu hoffen ist, daß wenn die Erde nur recht alt wird, der Hals der Reiher gar nicht mehr zu messen sein werde."

Nach diesem Hiebe auf Lamarck kommt Baer zu dem Phantom, mit dem er ein Jahrzehnt hindurch gekämpft hat, die einreihige Entwicklung, welche er irrthümlich für eine nothwendige Consequenz der Lamarckschen Ansichten hielt. „Eine unvermeidliche Folge jener als Naturgesetz betrachteten Vorstellungsweise" fährt er fort, „war die, daß eine früher herrschende, seitdem ziemlich allgemein als unbegründet betrachtete Ansicht von der einreihigen Stufenfolge der verschiedenen Thierformen allmählich wieder festen Fuß gewann und, wenn auch oft nicht deutlich ausgesprochen, ja selbst ohne Bewußtsein

der Forscher, bei Urtheilen über thierische Formen in Anwendung kam. Auch muß man gestehen, daß, wenn jenes Naturgesetz angenommen wurde, die Konsequenz ebenfalls die Annahme dieser Ansicht forderte. Man hatte dann nur einen Weg der Metamorphose, den der ferneren Ausbildung, entweder erreicht in einem Individuum (die individuelle Metamorphose) oder durch die verschiedenen Thierformen (die Metamorphose des Thierreichs), und die Krankheit durfte man geradezu eine rückschreitende Metamorphose nennen, weil eine einreihige Metamorphose, wie eine Eisenbahn, nur vorwärts und rückwärts gehen läßt, nicht zur Seite."

Man erkennt mit Erstaunen, wie nahe Baer damals (1828) schon einer Aufstellung des „biogenetischen Grundgesetzes" war, denn dasjenige was hier Baer als das Verhältniß der individuellen zur allgemeinen Entwicklung (Metamorphose) des Thierreichs hinstellt, ist natürlich dasselbe, was man nach Fritz Müllers und Haeckels Vorgange heute als das höchst fruchtbare Erkenntnißprinzip ansieht, daß sich in der persönlichen Entwicklung (Ontogenese) die Stammesentwicklung (Phylogenese) in allgemeinen Zügen wiederholt. Der Trugschluß Baers lag darin, daß er meinte, man könne auf einem Eisenbahnstrang nur vor- und rückwärts fahren, nicht auch in Nebenstränge hineinbiegen, von denen dann ein ebenso direkter Weg zu dem Abfahrtsbahnhof ohne Berührung der Stationen aller Nebenstränge zurückführen würde. Für ein richtiges Verständniß der entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen war es verhängnißvoll, daß eben die Entwicklungsstudien der Bequemlichkeit der Materialbeschaffung wegen, immer wieder am jungen Vogel vorgenommen wurden, bei dem der Embryo durch die dauernde Einschließung in ein Ei mancherlei durch die abgeschlossene Ernährung bedingte Veränderungen erfahren hatte, wodurch die Anfangsstufen stark verwischt oder entstellt wurden. Beobachtungen an jungen Fröschen und Tritonen, die wenigstens das Ei viel früher verlassen, wären lehrreicher gewesen. Die durch die Entdeckung des Schnabelthieres begünstigte Vorstellung, daß das Säugethier auch noch durch die Vogelform hindurch müsse, machte Baer mit Recht toll und er spottete, daß Vögel in ihrer Art schon im Neste weiter wären als die meisten Säugethiere je kämen und läßt sie geringschätzig aus der „Vogelperspective" auf die Säuger herabblicken: „An unsrer Fähigkeit, uns frei in die Lüfte zu erheben, haben nur die Fledermäuse, die unter ihnen die vollkommensten scheinen, theil, die andern nicht. Und diese Säugethiere, die so lange nach der Geburt ihr Futter nicht selbst suchen können, nie sich frei vom Erdboden erheben, wollen höher organisirt sein, als wir!" Wie leicht hätten die Gegner dem großen Forscher damals erwiedern können, daß er selbst die Sachen ein wenig aus der Vogelperspective beurtheile, aber nicht von einem über die Dinge sich erhebenden Standpunkte, sondern von dem des noch im Ei eingeschlossenen Thieres.

Desto weitschauender war sein Blick, wo er sich unbekümmert um



die Meinungen der andern auf die Thatsachen beschränkte, die er auf seinem Forschungswege, der mehr dem Hinabsteigen in einen steilen dunkeln Schacht als dem Hinaufklettern zu einem hohen Aussichtsberge glich, entdeckte. Wie die Leute, die in einem tiefen Schacht nach oben schauen, sah er am hellen Tage die Sterne. Ging er auch von der Ueberzeugung aus, die Thiere verschiedener Typen seien ohne Beziehung zu einander, so sah er doch die Zusammenhänge. Und durfte er mit gutem Grunde behaupten, daß jedes Thier vom ersten Anfang an zu der Klasse gehöre, von der es abstamme, und daß der Embryo eines Wirbelthieres sich von vornherein durch die Andeutung der Wirbelsäule zu diesen stelle, so übersah er doch nicht, daß die Entwicklung aus dem Allgemeinen ins Besondre geht, und daß man in dem Mangel an histologischer Sonderung, die man selbst bei den Keimen der höchsten Thiere anfangs findet, eine Uebereinstimmung mit der vollendeten Form der niedersten wirbellosen Thiere erblicken könne, und er fühlt sich zu der Frage gedrängt: Sollte sich für diese Uebereinstimmungen auf tieferen Entwicklungsstufen gar kein Gesetz auffinden lassen?

Seine Antwort lautet: „Ich glaube, ja, und will versuchen, es aus folgenden Betrachtungen zu entwickeln. Die Embryonen der Säugethiere, Vögel, Eidechsen, Schlangen, wahrscheinlich auch Schildkröten, sind in früheren Zuständen einander ungemein ähnlich, im Ganzen, so wie in der Entwicklung der einzelnen Theile . . . . . . Ich besitze zwei kleine Embryonen in Weingeist, für die ich versäumt habe, die Namen zu notiren und ich bin jetzt durchaus nicht im Stande, die Klasse zu bestimmen, der sie angehören. Es können Eidechsen, kleine Vögel oder ganz junge Säugethiere sein. So übereinstimmend ist Kopf- und Rumpfbildung in diesen Thieren. Die Extremitäten fehlen aber jenen Embryonen noch. Wären sie auch da, auf der ersten Stufe der Ausbildung begriffen, so würden sie doch nichts lehren, da die Füße der Eidechsen und Säugethiere, die Flügel und Füße der Vögel, sowie die Hände und Füße der Menschen sich aus derselben Grundform entwickeln. Je weiter wir also in der Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere zurückgehen, desto ähnlicher finden wir die Embryonen im ganzen und in den einzelnen Theilen. Erst allmählich treten die Charaktere hervor, welche die größeren und dann die, welche die kleineren Abtheilungen der Wirbelthiere bezeichnen. Aus einem allgemeineren Typus bildet sich also der speziellere hervor. Das bezeugt die Entwicklung des Hühnchens in jedem Momente. Im Anfang ist es, wenn der Rücken sich schließt, Wirbelthier und nichts weiter . . . . (Dann) zeigt es sich als Wirbelthier, das nicht frei im Wasser leben kann (weil sich die Kiemen geschlossen haben). Erst später . . . . . . tritt ein Unterschied in den Extremitäten ein, und der Schnabel wächst hervor; die Lungen rücken nach oben . . . . . . und man kann nicht mehr zweifeln, daß man einen Vogel vor sich habe. Während sich der Vogelcharakter

durch weitere Entwicklung der Flügel und Luftsäcke, durch Verwachsung der Mittelfußknorpel u. s. w. noch mehr ausbildet, verliert sich die Schwimmhaut und man erkennt einen Landvogel. Der Schnabel, die Füße gehen aus einer allgemeineren Form in eine besondere über; der Kopf bildet sich aus, der Magen hatte sich schon früher in zwei Höhlungen geschieden, die Nasenschuppe erscheint. Der Vogel erhält den Charakter der Hühnervögel und endlich den des Haushuhns."

Dieses Fortschreiten der Entwicklung vom allgemeinen ins besondere ist hier innerhalb des Wirbelthiertypus so überzeugend dargelegt, daß die logische Konsequenz den Verfasser nöthigte, über die Mauer seiner eigenen Ueberzeugung und über die Schranken des Zeitgeistes hinwegzublicken und er sagt in der Fortsetzung dieser Betrachtungen: „Eine unmittelbare Folge, ja nur ein veränderter Ausdruck des oben Gezeigten ist es, wenn wir sagen: Je verschiedener zwei Thierformen sind, um desto mehr muß man in der Entwicklungsgeschichte zurückgehen, um eine Uebereinstimmung zu finden ...... Diese Bemerkungen führen uns zu der Frage, ob wir denn nicht, immer weiter zurückgehend, auf eine Stufe gelangen können, wo auch die Embryonen der Wirbelthiere und der Wirbellosen übereinstimmen? Ich werde in einem spätern Zusatze zu erweisen suchen, daß auch die gegliederte Thierreihe (d. h. die der Gliederthiere) mit einem Primitivstreifen ihre Entwicklung beginnt. In diesem kurzen Momente würde also Uebereinstimmung zwischen ihnen und den Wirbelthieren sein. In dem eigentlichen Keimzustande ist aber wahrscheinlich Uebereinstimmung unter allen Embryonen, die sich aus einem wahren Ei entwickeln. . . . Je weiter wir also in der Entwicklung zurückgehen, um desto mehr finden wir auch in sehr verschiedenen Thieren eine Uebereinstimmung. Wir werden hierdurch zu der Frage geführt: Ob nicht im Beginne der Entwicklung alle Thiere im wesentlichen sich gleich sind, und ob nicht für alle eine gemeinsame Urform besteht? ..... Da der Keim das unvollkommne Thier ist, so kann man nicht ohne Grund behaupten, daß die einfache Blasenform die gemeinschaftliche Grundform ist, aus der sich alle Thiere nicht nur der Idee nach, sondern historisch entwickeln."

In dieser für die Theorie prophetischen Verallgemeinerung ging Baer über seine Zeit und seine Forschung hinaus, denn er drückte darin die Hoffnung aus, daß doch wohl schließlich ein Zusammenhang der vier Typen in den untern Regionen des Lebens gefunden werden würde. Das Studium der Entwicklungsgeschichte wurde damals auch ferner lebhaft gefördert, Baers Nachfolger Rathke hatte nicht allein diejenige der Fische und Reptile sorgsam durchgearbeitet, sondern auch die der Wirbellosen (Krebse, Insekten, Mollusken) eingehend studirt, nun kam ihr ein Fortschritt von der Schwesterwissenschaft der Botanik zu Gute, die Erkenntnis der Zelle

als des Elementarorgans, aus dem sich der Pflanzenkörper aufbaut, durch Schleiden (1838), welche schon im folgenden Jahre von Schwann auf den thierischen Körperbau übertragen wurde. Während sich früher die Aufmerksamkeit der Forscher nur auf die äußere Form des Embryo und seiner Organe zu richten hatte, wurde nunmehr der allmähliche Aufbau aus Zellen verfolgt; es wurde erkannt, daß das Anfangsglied auch der höchststehenden Pflanzen und Thiere, welches durch die Befruchtung den Anstoß zur Entwicklung empfängt, eine einfache Zelle darstellt, die sich erst durch wiederholte Zweitheilung zu dem Zellenkomplex entwickelt, den man als Keimkugel oder Keimblase bezeichnet hatte. Diese Vermehrung durch Theilung oder Keimfurchung (Segmentation) hatten Prévost und Dumas zuerst 1824 am Froschei wahrgenommen, an welchem dann Baer den Vorgang 1834 eingehend untersuchte. Rusconi wiederholte die Beobachtung 1836 an Fischeiern, Siebold im Jahre darauf beim Ei der Eingeweidewürmer und so fand man schließlich, daß überall die ersten Schritte in einer Vermehrung des Zellenmaterials durch Theilung

Schwann, Theodor. Geb. 7. Dez. 1810 in Neuß, studirte seit 1829 Philosophie, dann Medizin in Bonn, Würzburg und Berlin, wurde 1834—38 Assistent bei Joh. Müller, entdeckte das Pepsin und lieferte wichtige physiologische Arbeiten über künstliche Verdauung, Gährung und Fäulniß, Muskelkontraktion und doppelseitige Leitung der Nerven, ging 1838 als Professor der Anatomie nach Löwen und 1848 nach Lüttich, wo er 1858 auch den Lehrstuhl für Physiologie übernahm. In seinen „Mikroskopischen Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Thiere und Pflanzen" (Berlin 1839) übertrug er die Schleiden'sche Entdeckung des Zellenaufbaus der Pflanzen auf das Thierreich und lieferte die erste Theorie des thierischen Zellenlebens. Er starb 11. Jan. 1882 in Köln. Vergl. Henle Th. S. (Bonn 1882).

Siebold, Karl Theodor Ernst von. Geb. 16. Febr. 1804 in Würzburg als Abkömmling einer berühmten Aerzte- und Naturforscherfamilie, studirte in Göttingen und Berlin, praktizirte als Arzt und Geburtshelfer in Heilsberg (Ostpreußen) und Danzig, wurde 1840 Professor der Physiologie in Erlangen, seit 1845 in Freiburg, seit 1850 in Breslau, seit 1853 Professor der vergleichenden Anatomie, Physiologie und Zoologie in München, woselbst er 7. April 1885 starb. Er machte sich um die Kenntniß der wirbellosen Thiere, besonders der Eingeweidewürmer und Insekten verdient, und stellte die Parthenogenesis bei Bienen und Schmetterlingen fest, begründete seit 1849 mit Kölliker die „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie" und schrieb: Über die Band- und Blasenwürmer (Leipzig 1854). Wahre Parthenogenesis bei Schmetterlingen und Bienen und Beiträge zur Parthenogenesis der Arthropoden (Leipzig 1856 und 1871). Vergl. Hertwig, Gedächtnißrede auf K. Th. v. S. (München 1886). Sein Vetter Philipp Franz von Siebold (1796—1866), war der in holländischen Diensten stehende, lange in Japan wohnende, um die Landeskunde und Flora Japans sehr verdiente Mediciner.

bestehen, so daß erst eine, dann 2, 4, 8, 16, 32 u. s. w. Zellen den Keimkörper zusammensetzen. Doch erst Remak gelang es, in seinen Untersuchungen den Ursprung der Keimblätter durch eine flächenartige Aneinanderreihung der Zellen nachzuweisen. Er zeigte 1851 gegen Reichert, der das Problem mehr verwirrt als geklärt hatte, wie die Zellen des durch wiederholte Theilung entstandenen Häufchens sich zunächst in zwei Blätter sondern, von denen jedes anfangs aus einer einfachen Zellenschicht besteht. Nach ihrer Verstärkung theilt sich das untere Blatt der Keimscheibe bei den Wirbelthieren zunächst in zwei Lamellen, so daß jetzt drei Schichten vorhanden sind, mit denen eine deutliche Arbeitstheilung beginnt. Es bildet sich nämlich aus dem äußern oder obern Blatt zunächst die äußere Körperdecke, aber zugleich auch das Centralnervensystem des Körpers, Gehirn und Rückenmark mit ihren Ausstrahlungen nach den Sinnesorganen, weshalb dieses obere Keimblatt später als Hautsinnesblatt bezeichnet wurde. Aehnlich entstehen aus dem innern oder untern Keimblatt ausschließlich die innern Auskleidungen des Darmkanals und seiner Anhängsel und Neubildungen, welche die Aufnahme von Luft und Nahrung, so wie deren Verarbeitung besorgen, wie Lunge, Leber und andere Verdauungsorgane, wonach dieses Blatt auch als Magen- oder Darmblatt bezeichnet wird. Aus dem zwischen diesen beiden Blättern liegenden mittlerem Blatt, welches sich später nochmals spaltet, so daß die vier Blätter entstehen, die schon Baer beobachtet hatte, bilden sich einestheils Fleisch und Blut, Muskeln und Lederhaut und aus der andern Hälfte, (Darmfaserplatte), die äußere Umhüllung des Darmkanals mit dem Gekröse, Herzen, und den Blutgefäßen. Es erfüllte sich so Baers Motto: „Die Einfachheit ist das Siegel der Wahrheit!“

Auch bei niedern Thieren ergaben Stichproben eine ähnliche Entwicklungsweise, natürlich mit Ausnahme der allerniedersten, bei denen es überhaupt noch keine Arbeitstheilung unter den Zellen giebt, weil sie entweder nur aus einer einzigen Zelle oder aus mehreren

Remak, Robert. Geb. 26. Juli 1815 in Posen, studirte in Berlin Medicin wurde 1843 Assistent bei Schönlein, habilitirte sich 1847 als Privatdozent in Berlin, wurde dort 1859 Professor, arbeitete über Entwicklungsgeschichte und feinern Nervenbau und starb 29. August 1865 in Kissingen. Hauptwerk: „Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere“ (Berlin 1851—55).

Reichert, Karl Bogislaus. Geb. 20. Dezember 1811 in Rastenburg, studirte in Königsberg und Berlin Medicin, ward 1840 Assistent bei Johannes Müller, 1841 Privatdocent in Berlin, 1843 Professor der Anatomie in Dorpat, ging 1853 nach Breslau und 1858 nach Berlin, zugleich als Director des anatomischen Museums berufen. Er verfaßte zahlreiche Schriften zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere, namentlich des Bindegewebes, Kopfes und Gehirnes, gab seit 1857 mit Dubois-Reymond Müllers Archiv für Physiologie heraus und starb 21. December 1883.

gleichwerthigen Zellen bestehen. Kölliker sah die beiden, alle weitere Entwicklung einleitenden Keimblätter schon 1844 bei den Cephalopoden. Huxley fand sie sogar schon bei den Pflanzenthieren (1849), deren Körper meist nicht weit über die Vollendung derselben hinausgeht. Er erkannte auch zuerst die Homologie derselben durch das gesammte Thierreich und unterschied sie als Außenblatt (Exo- oder auch Ektoderm) und Innenblatt (Endo- oder Entoderm), allein man wagte damals noch keine weiteren Schlüsse auf diese Gleichheit der ersten Anfänge aller zusammengesetzten Thiere zu bauen; das Schloß, welches Cuvier den Zoologen vor den Mund gelegt hatte, blieb noch immer verschlossen, weil derjenige, welcher schon damals den Schlüssel dazu gefunden, noch zehn Jahre mit der Bekanntgabe zögerte.

Kölliker, Albert. Geb. 6. Juli 1817 in Zürich, studirte seit 1836 in Zürich, Bonn und Berlin, ward 1842 Assistent Henles, habilitirte sich 1843 in Zürich als Privatdocent, wurde dort 1845 Professor der Physiologie und vergleichenden Anatomie, ging 1847 in gleicher Stellung nach Würzburg, wo er noch über Entwicklungsgeschichte und mikroskopische Anatomie las und in letzterem Fache einen Ruf als erste Autorität erlangte. Er schrieb: Mikroskopische Anatomie oder Gewebelehre des Menschen (Leipzig 1850—54 2 Bde. 6. Aufl. 1899) Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere (das. 1861 2. Aufl. 1876—79, neubearbeitet von O. Schultze 1897), sowie einen Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere (das. 1882 und 1884). Außerdem lieferte er viele Arbeiten über Cephalopoden, Schwimmpolypen, Pennatuliden, Alcyonarien, Haie, Knorpel- und Knochenfische. (Vergl. K. „Erinnerungen aus meinem Leben" (Leipzig 1899).

Huxley, Sir Thomas Henry. Geb. 4. Mai 1825 zu Ealing bei London, studirte in London Medicin, begleitete 1845—50 Owen Stanley auf einer Expedition an die Küste Australiens, wurde 1855 Professor der Naturgeschichte an der Londoner Bergschule und Mitglied des Royal-College of science, sowie Professor der Physiologie und Anatomie an der Royal-Institution, dem Königl. Colleg der Aerzte sowie Mitglied der Fischerei-Commission und vieler Staats-Aemter. Auf seiner vierjährigen Reise hatte er besonders die Pflanzenthiere (Polypen, Medusen, Röhrenquallen) studirt, über die er 1859 ein großes Werk veröffentlichte, wandte sich dann im Besonderen der Anatomie der Wirbelthiere zu, nahm am Kampfe für die Darwin'sche Lehre lebhaften Antheil und wirkte namentlich anregend durch seine populären Vorträge und Schriften. Er starb 29. Juni 1895 in London. Hauptwerke: Evidence as to mans place in nature (3. Aufl. London 1864 deutsch von Carus Braunschweig 1863), „Anatomy of vertebrated animals" 1871 deutsch von Ratzel Breslau 1873). „Anatomy of the invertebrated animals" (1877 deutsch von Spengel Leipzig 1878). Dazu kommen eine Anzahl von Werken lehrhaften Charakters über Physiologie, Biologie, Anatomie usw., die ebenso wie seine Reden und gesammelten Essays, von seiner außerordentlichen Darstellungsgabe Zeugniß ablegen. Vergl. die von seinem Sohne Leonard herausgegebenen „Life and Letters" (London 1900 2 Bde.) und Mitchel, H. Sketch of his life and work (das. 1900).

Die vier Cuvier'schen Typenklassen erwiesen sich aber bald als unzureichend. Schon Milne-Edwards hatte von den Mollusken die Molluscoiden, als nicht näher verwandt getrennt und von den Zoophyten die noch weniger zusammengehörigen Kleinwesen gelöst, die Ehrenberg zu seinem Lebensstudium erhoben hatte. Siebold setzte sie als Urthiere in eine besondere Klasse, während Leuckart die Cuvier'schen Strahlthiere, welche eine höchst unnatürliche Gemeinschaft bildeten, in Stachelhäuter (Echinodermen) und Thiere ohne gesonderte Leibeshöhle (Coelenteraten) trennte, die zu den von fremden Elementen gereinigten Pflanzenthieren kamen, resp. dieselben unter sich aufnahmen. Eine andre Trennung, die Siebold vornahm, nämlich diejenige der Gliederthiere mit gegliederten Bewegungsorganen als Gliederfüßler (Arthropoden), d. h. der Krebsthiere, Spinnen und Insekten von den Ringelwürmern, erwies sich als weniger glücklich und wurde später vielfach wieder aufgegeben, so daß diese Thiere als Gliederthiere (Articulaten) wieder vereinigt wurden. Es ergaben sich so statt der vier Typen Cuviers, an denen Owen noch 1843 festhielt, deren acht, nämlich: Protozoen, Coelenteraten (Pflanzenthiere), Stachelhäuter, niedere Würmer, Gliederthiere, Molluscoiden, Weichthiere und Wirbelthiere.

An den einzelnen Klassen hatten natürlich die Zoologen noch reichlich zu thun, um das Fremdartige auszuscheiden. Der unermüdliche Ehrenberg hatte seinen Infusorien vielfach eine viel zu

Leuckart, Rudolf. Geb. 7. Oct. 1822 in Helmstedt, studirte seit 1842 in Göttingen, wo er sich 1847 als Privatdocent für Zoologie und Physiologie habilitirte, ging 1850 nach Gießen und 1869 als Professor der Zoologie und Zootomie nach Leipzig, wo er 6. Februar 1898 starb. Seine Arbeiten galten besonders den wirbellosen Thieren (Coelenteraten, Würmern, Insekten), ferner den Eingeweidewürmern und den Fortpflanzungs-Problemen (Parthenogenesis Generationswechsel, Polymorphismus usw.) Er schrieb: Morphologie und Verwandtschaftsverhältnisse der niederen Thiere (Braunschweig 1848) Polymorphismus und Arbeitstheilung (Gießen 1851) Generationswechsel und Parthenogenesis der Insekten (Frankfurt 1858). Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten (Leipzig 1863—76 2 Bände, 2. Auflage 1879—80).

Ehrenberg, Christian Gottfried. Geb. 19. April 1795 in Delitzsch, studirte seit 1815 in Leipzig Theologie, dann in Berlin Medicin und Naturwissenschaften, bereiste mit Hemprich 1820—26 Aegypten, wurde 1827 Professor der Medicin in Berlin, begleitete 1829 Humboldt und Rose auf ihrer Forschungsreise durch russisch Asien bis zum Altai, wurde 1842 ständiger Sekretär der Akademie der Wissenschaften und starb 27. Juni 1876 in Berlin. Seine Lebensarbeit galt den lebenden und fossilen Infusorien und anderen Kleinthieren, sowie den zu Bergen angehäuften Kieselpflanzen, doch schrieb er auch über die Medusen und Korallen des rothen Meeres und den Bau der Koralleninseln, über Meeresleuchten, Passatstaub und Blutregen, eßbare Erden und andere Fragen, bei denen die mikroskopische Lebewelt in Betracht kam. Hauptwerke: „Die Infusions-

hohe Organisationsstufe zugeschrieben, auch erkannte man nach und nach, daß die Räderthiere von ihnen zu trennen und an die Wurzeln des Gliederthierreiches zu stellen seien. Die von d'Orbigny (1826) nach ihrer durchlöcherten Schale Foraminiferen genannten und den Cephalopoden als Ordnung gegenübergestellten Kammerthiere (Polythalamien) erkannte Dujardin 1835 als sehr einfach gebaute Sarcode-Thierchen, deren zähflüssige Körpermasse (Sarcode) Scheinfüßchen ausstreckt und einzieht, auch die Beute an beliebiger Stelle verdaut, wonach er sie Wurzelfüßler (Rhizopoden) nannte. Der große Zoologen-General jener Zeit Johannes Müller, der von einer den Naturphilosophen geneigten Jugendschwärmerei durch Cuvier und Baer zu einem genau Formen, Organe und Lebensthätigkeiten verfolgenden, tiefschauenden Organisator bekehrt worden war, führte ihnen die Radiolarien zu, deren genauere Erforschung er einem seiner Lieblingsschüler, Haeckel, hinterließ. Siebold machte dann die fruchtbare Verallgemeinerung, daß alle diese Protozoen nicht über den morphologischen Werth einer einzelnen Zelle hinauskämen, was namentlich später einleuchtete, nachdem man die früher zu den Protozoen gestellten Schwämme (Spongien) von ihnen entfernt und zu den Pflanzenthieren gestellt hatte, ein Fortschritt, der aber erst im letzten Vierteljahrhundert durch die Studien von Oskar

thierchen als vollkommne Organismen (Leipzig 1838 mit 64 Kupfertafeln) Mikrogeologie (das. 1854 mit 40 Kupfertafeln und Fortsetzungen von 1856 und 1876) Mikrogeologische Studien über das kleinste Leben der Meerestiefen aller Zonen (daselbst 1878). Vergl. Hanstein C. G. E. (Bonn 1876).

Orbigny, Alcide Dessalines d'. Geb. 6. September 1802 in Coueron (Loire-Inférieure) bereiste 1826—34 Südamerika, wurde 1853 Professor der Paläontologie am Pflanzengarten und starb 30. Juni 1857 in Pierresitte bei Saint-Denis. Hauptwerk: „Paléontologie française" (Paris 1840—62 8 Bde.)

Dujardin, Felix. Geb. 5. April 1801 in Tours, gest. 8. April 1860 als Professor der Zoologie und Botanik in Rennes.

Müller, Johannes, Peter. Geb. 14. Juli 1801 in Koblenz, studirte seit 1819 in Bonn und Berlin, habilitirte sich 1824 als Privatdocent für Physiologie und vergleichende Anatomie in Bonn, erhielt 1826 die Professur für diese Fächer und folgte 1833 einem Rufe nach Berlin, wo er als Förderer der experimentellen Methode in der Physiologie und als Haupt in der morphologischen Richtung eine überaus erfolgreiche Thätigkeit entfaltete und sowohl in der Nerven- und Sinnenphysiologie, wie der vergleichenden Anatomie bahnbrechend wirkte. Viele der berühmt gewordenen jüngeren Zoologen waren seine Schüler. Seit 1834 gab er das „Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin" heraus und starb 28. April 1858 in Berlin. Sein Hauptwerk war das „Handbuch der Physiologie des Menschen" (Koblenz 1833—40 und später 2 Bde.), doch wurden viele seiner Abhandlungen besonders folgereich. Vergl. die Gedächtnißreden von Virchow und Du Bois Reymond (Berlin 1858 und 60).

Schmidt, Haeckel und Franz Eilhard Schulze möglich wurde.

Die Pflanzenthiere oder Cölenteraten, welche früher theils bei den Protozoen und theils bei Cuviers Strahlthieren standen, erhielten zuerst durch Eschscholtz (1829) eine bessere Anordnung, worauf Milne-Edwards sie nach dem offenen Hohlraum des Körpers, neben dem sich keine geschiedene Leibeshöhle befindet, als Hohlbäucher (Cölenteraten) bezeichnete. Nachdem Sars und Siebold gezeigt, daß die Medusen vielfach aus Polypen hervorgehen, wurden ihre entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen vorzüglich durch Kölliker, Gegenbaur, Leuckart,

Schmidt, Eduard, Oskar. Geb. 21. Februar 1823 in Torgau, studirte seit 1842 in Halle und Berlin, habilitirte sich 1847 in Jena, ging 1855 nach Krakau, 1857 nach Graz und 1872 als Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie nach Straßburg, wo er am 17. Januar 1886 starb. Seine Arbeiten waren den niederen Thieren und seit 1862 den Schwämmen gewidmet, wie er denn einen Versuch künstlicher Schwammzucht bei Lesina ins Leben rief. Er schrieb über die Schwämme des adriatischen Meeres (1862—68), des atlantischen Ozeans (1870) und des Meerbusens von Mexiko (1880). Sein Handbuch der vergleichenden Anatomie (Jena 1849) erlebte vor der Neubearbeitung durch Lang 9 Auflagen.

Schulze, Franz, Eilhard. Geb. 22. März 1840 in Eldena, studirte in Rostock und Bonn, erhielt 1865 in Rostock die Professur der vergleichenden Anatomie, ging 1873 nach Graz 1884 nach Berlin, wo er neben seiner Professur die Leitung des zoologischen Institutes führt. Seine Arbeiten galten vorzüglich der Entwickelungsgeschichte der niederen Thiere und besonders den Schwämmen.

Eschscholtz, Johann Friedrich. Geb. 1793 in Dorpat, begleitete als Schiffsarzt die Entdeckungsreisen Otto v. Kotzebues (1815—1818 und 1823 bis 26) und starb 1831 als Professor der Medicin und Direktor des zoologischen Kabinettes in Dorpat.

Sars, Michael. Geb. 30. August 1803 in Bergen, studirte seit 1823 in Christiania Theologie, amtirte, fortdauernd mit zoologischen Studien beschäftigt, in mehreren norwegischen Küstenstädten als Pfarrer, schrieb eine norwegische Küstenfauna (Bergen 1842) und erhielt 1854 die Professur für Zoologie in Christiania. Er klärte den Zusammenhang zwischen Polypen und Medusen auf, und förderte wesentlich die Kenntniß des Generationswechsels, war auch einer der ersten, welcher Tiefseeforschungen betrieb, wobei er nachwies, daß auf dem Boden des Meeres noch Thiergeschlechter leben, die man für längst ausgestorben hielt. Er starb 22. Oktober 1869 in Christiania.

Gegenbaur, Karl, Anton. Geb. 21. August 1826 in Würzburg, studirte dort seit 1845 Medicin, trat 1850 als Assistent ins Juliushospital, wandte sich aber dann dem Studium der niederen Seethiere an der sizilischen Küste und der vergleichenden Anatomie zu, die er seit 1854 an der Würzburger Universität, seit 1855 in Jena, seit 1873 in Heidelberg lehrte und im Geiste Darwins schaffend, zur höchsten Blüthe brachte. Unter seinen zahlreichen Einzelnarbeiten wurden diejenigen über „Schädel und Gliedmaßen der Wirbelthiere“ von be-

Carl Vogt und Haeckel geklärt. Die ihnen von Huxley 1851 gegebene Bezeichnung als Nesselthiere (Nematophoren oder Acalephen) mußte aber wieder aufgegeben werden, nachdem man die Schwämme, welche nicht gleich den Polypen, Korallen und Medusen Nesselorgane besitzen, mit ihnen vereinigt hatte.

Die Stachelhäuter oder Echinodermen, von denen mehr ausgestorbene als lebende Glieder bekannt sind, enthielten nach ihrer Trennung von den Medusen noch die Sternwürmer (Sipunkuliden) auf deren Nichthierhergehörigkeit und Heimathsberechtigung bei den eigentlichen Würmern schon Blainville (1818) hingewiesen hatte. Sie wurden dann in die vier Ordnungen der Seelilien, Seesterne, Seeigel und Seegurken getheilt, wobei die namentlich von Agassiz, Desor und Barrande untersuchten fossilen Arten besonders

sonderer Wichtigkeit, wobei er am Fischschädel die Richtigkeit der Goethe'schen Schädeltheorie erwies. Er schrieb: „Grundzüge der vergleichenden Anatomie" (Leipzig 1859 2. Aufl. 1870), „Grundriß der vergleichenden Anatomie" (das. 1874), (3. Auflage 1878), „Lehrbuch der Anatomie des Menschen" (das. 1883 2. Auflage 1892 2 Bde.) und giebt seit 1875 das „Morphologische Jahrbuch" heraus.

Agassiz, Ludwig, Johann, Rudolph. Geb. 28. Mai 1807 in Mottier (Kanton Freiburg) studirte in Zürich, München und Heidelberg Medicin, wurde 1832 in Neuchâtel Professor der vergleichenden Anatomie, bearbeitete die auf der südamerikanischen Expedition von Spix gesammelten Fische, sowie die europäischen Süßwasserfische und begann dann die Herausgabe größerer Abbildungswerke über die fossilen Fische, Stachelhäuter und Mollusken, an denen sich aber seine Gehilfen Desor und Carl Vogt die Hauptarbeit zuschrieben. Mit ihnen und im Verein mit Guyot studirte er nach den Anregungen von Charpentier die Gletscherfrage und gab seine „Etudes sur les glaciers" (Neuchâtel 1841) und „Système glaciaire" (Paris 1847) heraus, in welchem die Gletscher- und Eiszeit-Theorie begründet wurde. Dann ging er 1846 nach Nordamerika, wo er in New-Cambridge die Professur für Zoologie und Geologie erhielt und von den reichen Mitteln amerikanischer Naturfreunde unterstützt, an die Spitze großartiger naturhistorischer Unternehmungen trat, wie er denn seit jeher als Organisator mehr denn als Selbstforscher geleistet hat. Als Bibelgläubiger trat er in einen unfruchtbaren Gegensatz zu Darwin und starb 14. Dezember 1873 in New-Cambridge. Sein Sohn und Amts-Nachfolger Alexander Agassiz (geb. 17. December 1835) in Neuchâtel bewährte sich als ausgezeichneter Erforscher der amerikanischen Tiefseefauna, begründete die zoologische Station zu Newport (Rhode Island), bearbeitete namentlich die Quallen, Seesterne und Seeigel entwicklungsgeschichtlich und monographisch. Vergl. L. A. Leben und Briefe herausgegeben von seiner Wittwe (deutsch von Mettenius Berlin 1886) und Holder Louis A. (New-York 1892).

Desor, Eduard. Geb. 1811 in Friedrichsort bei Homburg v. d. Höhe, studirte in Gießen und Heidelberg die Rechte, ging 1832 wegen seiner Theilnahme am Hambacher Fest nach Paris, widmete sich der Geologie, siedelte dann nach Neuchâtel über und betheiligte sich an den geologischen und paläontologischen

viele Unterabtheilungen erforderten. Die Zugehörigkeit der Haarsterne (Comatula-Arten) zu den Seelilien hatte schon Leuckart 1829 vermuthet, Thompson beobachtete dann 1836, daß die von ihm beschriebene europäische Seelilie (Pentacrinus europaeus) der festgewachsene Jugendzustand der später freischwimmenden Comatula ist. Die Entwicklungsgeschichte, Organisation und allgemeine Morphologie studirte sodann auf wiederholten Ferienreisen nach dem Meeresstrande aufs Eingehendste Johannes Müller.

Die Würmerklasse bietet so mannigfache Verwandtschaften, daß Baer und andere sie auflösen und ihre Angehörigen bei den andern Klassen unterbringen wollten. Man hat aber meist die Eintheilung von Carl Vogt in Platt-, Rund- und Ringelwürmer

Arbeiten von Agassiz (vergl. oben), folgte demselben 1847 nach Nordamerika, erhielt Anstellung bei der dortigen geologischen Landesaufnahme und kehrte 1852 nach Neuchâtel zurück, wo er als Professor der Geologie und in Staatsämtern (Präsident des Nationalraths usw.) wirkte, sich bei der ersten Erforschung der schweizer Pfahlbauten betheiligte und 23. Februar 1882 in Nizza starb. Er schrieb: „Synopsis des échinides" (Paris 1858), „Échinologie helvétique" (1869—72) und außer mannigfachen geologischen Werken eine Monographie der Pfahlbauten des Neuenburger Sees (deutsch von Meyer Frankfurt 1866), sowie mit Favre Le bel âge du bronce lacustre en Suisse (Paris 1874).

Barrande, Joachim, Baron von. Geb. 1799 zu Saugues (Oberloire) ward, nachdem er die Pariser polytechnische Schule besucht, Erzieher des Grafen Heinrich Chambord, folgte diesem in seine Verbannung nach Schloß Frohsdorf in Niederösterreich und starb daselbst 5. October 1883. Er widmete sich besonders der paläontologischen Erforschnng des Silursystems und lieferte ausgezeichnete Arbeiten über die fossilen Trilobiten, Stachelhäuter und Cephalopoden.

Vogt, Karl. Geb. 5. Juli 1817 in Gießen, studirte dort seit 1833 Medicin, wobei er in Liebigs Laboratorium arbeitete, folgte dann seinem Vater nach Bern, wo er vorzugsweise anatomische und physiologische Studien trieb und seit 1839 in die Arbeitsgemeinschaft mit Agassiz (vergl. S. 625) trat und dort vorzugsweise die Fische bearbeitete. Nachdem er 1844—46 in Paris gelebt, und von dort aus zoologische Küstenstudien getrieben, ging er 1847 als Professor nach Gießen, nahm lebhaften Antheil an der politischen Bewegung von 1848, wurde in das Vorparlament und die deutsche Nationalversammlung, als schlagfertiger Redner auch in die Reichsregentschaft gewählt, lebte dann seiner Gießener Professur enthoben, abwechselnd in Bern und Nizza, bis er 1852 als Professor der Geologie und Zoologie nach Genf berufen, dort zugleich als Ständerath und Mitglied des großen Rathes wirkte, auch eine fruchtbare Thätigkeit als Volksschriftsteller und Vorkämpfer der in seinen Augen stark materialistisch gefärbten modernen Weltanschauung entwickelte und am 5. Mai 1895 starb. Von seinen zahlreichen Schriften sind hervorzuheben das „Lehrbuch der Geologie und Petrefaktenkunde" (Braunschweig 1846 2 Bde. 4. Auflage 1879), „Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände" (Stuttgart 1846 4. Auflage Gießen 1874) „Zoologische Briefe", „Ozean und Mittelmeer", „Untersuchungen über Thierstaaten" (Frankfurt 1848 und 51), „Köhlerglaube und Wissenschaft" (Gießen

beibehalten. Es wurde schon erwähnt, daß einige Forscher die Ringelwürmer, die bereits Blainville in Fußlose und Borstenwürmer (Chätopoden) theilte, in den Articulaten mit den Arthropoden vereinen wollten. Die Kenntniß der Eingeweidewürmer, deren Zahl Rudolphi von noch nicht 400, auf nahezu tausend Arten brachte, wurde namentlich von deutschen Zoologen gefördert. Siebold, Leuckart, Küchenmeister und J. van Beneden sind hier in erster Reihe als die Erforscher ihrer geheimnißvollen Wanderungen und oft wunderlicher Entwicklungszustände zu nennen.

Die Klasse der Gliederfüßler (Arthropoden), welche die Krebse, Tausendfüßler, Spinnen und Insekten als Unterordnungen enthält, hat, wie sie selbst die formenreichste aller Klassen darstellt, auch die meisten Bearbeiter gefunden. Der ihnen allen im Systeme Latreilles gemeinsame Name der Eingeschnittenen (Insekten) wurde erst später auf die sechsfüßigen Gliederfüßler beschränkt. Den Krebsen wurden die Rankenfüßler (Cirripeden), die bei Linné und selbst noch bei Cuvier (1830) unter den Muschelthieren aufgezählt wurden, während schon Lamarck ihre Krebsnatur erkannt hatte, erst durch Thompson (1830) zugeführt, worauf Darwin sie monographisch (1851—54) bearbeitete. Die Entwicklungsgeschichte der niedern Krebse ist erst in neuerer Zeit, namentlich durch Claus und Fritz Müller zu

1854 4. Auflage 1855), „Vorlesungen über den Menschen" (das. 1863 2 Bde.), „Ueber Mikrocephalen oder Affenmenschen" (Braunschweig 1867). Vergl. C. V. „Aus meinem Leben" (Stuttgart 1895) und William Vogt, la vie d'un homme, C. V. (Paris 1896).

Küchenmeister, Friedrich. Geb. 22. Januar 1821 in Buchheim, studirte seit 1840 in Leipzig und Prag Medicin, ließ sich 1846 in Zittau als Arzt nieder und siedelte 1859 nach Dresden über, wo er 13. April 1890 starb. Veröffentlichte 1852 seine Versuche über die Metamorphose der Finnen und Bandwürmer, deren Arten er dann genauer untersuchte und betheiligte sich lebhaft an der Trichinenfrage. Er schrieb: „Ueber Cestoden" (Zittau 1853), „Die Parasiten des Menschen" (Leipzig 1855, 2. Aufl. mit Zürn 1878—81).

Beneden, Pierre, Joseph van. Geb. 19. December 1809 in Mecheln, studirte Medicin, wurde 1831 Konservator am zoologischen Museum in Löwen 1835 Professor in Gent, 1836 in Löwen, 1842 Mitglied der belgischen Akademie der Wissenschaften, 1881 Präsident derselben und starb 8. Januar 1894 in Löwen. Er widmete sich dem Studium der niederen und besonders der Schmarotzerthiere, schrieb über lebende und fossile Walfische und Fledermäuse und gab seit 1880 mit Bambke „Archives de Biologie" heraus. Von seinen Schriften wurde in Deutschland am bekanntesten sein Buch über die „Schmarotzer des Thierreichs" (Leipzig 1876). Vergl. Kemna, J. P. v. B. (Antwerpen 1898). Sein Sohn Eduard van Beneden, geb. 5. März 1846 in Lüttich, seit 1870 Professor an der dortigen Akademie, lieferte vornämlich entwicklungsgeschichtliche Arbeiten.

Claus, Karl Friedrich Wilhelm. Geb. 2. Januar 1835 in Kassel,

einem gewissen Abschlusse gebracht worden, und über ihr Verhältniß zu den Spinnen und Insekten streitet man noch heute, obwohl sich die Stimmen mehren, welche die Krebse an die Wurzel des Gliederfüßler-Reiches stellen, und die luftathmenden Genossen (Tracheaten) von ihnen herleiten. Um die Klassifikation der Insekten, denen unter allen Wirbellosen die frühesten entwickelungsgeschichtlichen Studien galten, machte sich besonders Burmeister verdient. Sein auf die Entwicklungsweise begründetes System wurde in neuerer Zeit durch Packard (1863) verbessert, der die Insekten in zwei Hauptklassen theilt, solche mit unvollkommner Verwandlung (Ametabola), die im vollkommenen Zustande ihren immer beweglichen, der Puppenruhe entbehrenden Larven ähnlich bleiben und meist kauende Mundtheile besitzen und in solche mit ausgebildeter, während einer Puppenruhe eintretenden Metamorphose (Metabola), die meist als vollkommne Insekten (Imagines) saugende Mundtheile erhalten. In die erste Abtheilung gehören die Geradflügler, Falschnetzflügler und Gleichflügler, in die zweite die Netzflügler, Zweiflügler, Hautflügler und Schmetterlinge. Die Käfer nehmen eine Uebergangsstellung ein.

Die Mollusken oder Weichthiere waren schon 1795 von Cuvier in die natürlichen Gruppen der Kopffüßler (Cephalopoden), Schnecken oder Bauchfüßler (Gasteropoden) und Muscheln oder Kopflose (Acephalen) geschieden worden, worauf er 1804 noch von den Schnecken die Flügelfüßler (Pteropoden) loslöste, denen Lamarck 1818

studirte seit 1854 in Marburg und Gießen, habilitirte sich 1858 in Marburg, wurde 1860 Professor der Zoologie in Würzburg, 1863 in Marburg, 1870 in Göttingen und 1873 in Wien, von wo er die Leitung der Triester zoologischen Station übernahm. Er starb am 18. Januar 1899 in Wien. Seine Arbeiten galten namentlich den Coelenteraten und niederen Krebsen. Schrieb außer vielen Einzeluntersuchungen und Streitschriften ein „Lehrbuch der Zoologie" (Marburg 1880, 5. Auflage 1891).

Burmeister, Hermann. Geb. 15. Januar 1807 in Stralsund, studirte seit 1826 in Greifswald und Halle, habilitirte sich in Berlin, ging 1837 als Professor nach Halle, betheiligte sich an der politischen Bewegung von 1848 und nahm, mißgestimmt über den Ausgang derselben, längeren Urlaub, um mit kürzeren Unterbrechungen einen großen Theil Südamerikas forschend zu durchreisen (1850—59) und siedelte 1861 definitiv nach Buenos-Ayres über, wo er als Professor und Direktor des von ihm begründeten naturhistorischen Museums bis 1870 wirkte, in welchem Jahre er die Akademie von Cordoba begründete, sich aber schon 1875 wieder von derselben zurückzog. Seine Arbeit war zunächst den Insekten gewidmet und er schrieb ein „Handbuch der Entomologie" (Berlin 1832—55 5 Bde.), doch wandte er sich später mehr der Erforschung der fossilen Thiere (Trilobiten, Labyrinthodonten, Gaviale, Pferde usw.) zu. Sein Grundriß der Naturgeschichte (Berlin 1833) erschien 1868 in zehnter Auflage, seine Geschichte der Schöpfung (Leipzig 1843) 1867 in 7. Auflage.



die Heteropoden folgen ließ. Der Letztere löste auch 1801 die Mantelthiere (Tunikaten), Duméril 1806 die Armfüßler (Brachiopoden) los, deren Bau und große Verbreitung in der Vorwelt Owen, C. Vogt, Huxley, d'Orbigny und Leopold von Buch studirten, worauf H. Milne-Edwards 1850 diese beiden Gruppen mit den Moosthierchen (Bryozoen), die so lange bei den Korallen unter den Cölenteraten gestanden hatten, zu einer den eigentlichen Mollusken gegenübergestellten besonderen Klasse, den Molluskoiden vereinigte, die in der Neuzeit ein besondres Interesse erlangten, weil unter ihnen die Vorfahren der Wirbelthiere gesucht werden. Dagegen führte Lacaze-Duthiers den Mollusken die Dentalien zu, welche Cuvier bei den Würmern beschrieben hatte.

Duméril, André Marie Constant. Geb. 1. Januar 1874 in Amiens, studirte Medicin, ward 1800 Professor der Anatomie und Physiologie an der Pariser medicinischen Schule, seit 1825 für Fische und Amphibien am Pflanzengarten, trat 1857 in den Ruhestand und starb 2. August 1860 in Paris. Er lieferte die erste systematische Beschreibung aller damals bekannten Reptile Erpétologie générale (Paris 1835—50 9 Bde.) Sein Sohn Auguste D. (1812 bis 1870) setzte die Fischstudien des Vaters fort.

Owen, Richard. Geb. 20. Juni 1804 in Lancaster, studirte seit 1827 Medicin in Edinburg, ließ sich als Wundarzt in London nieder und wurde 1835 Professor der Physiologie am College of surgeons, auch Conservator am Museum und las Paläontologie an der Bergschule. Allmälig wurde er für England die erste Autorität für vergleichende Anatomie, namentlich der lebenden und ausgestorbenen Wirbelthiere, welche Letztere er in großer Zahl aus allen Theilen des britischen Reiches zur Untersuchung erhielt, obwohl seine Ansichten, namentlich von Huxley öfter kritisirt wurden. Er trat für lange als Autorität das Erbe Cuviers an und starb am 16. December 1892 in London. Von seinen vielen Werken sind namentlich die Odontography (2. Aufl. 1845 2 Bde.) und seine Beschreibung der Triasfossilien vom Kapland gesucht. Vergl. die von seinem Enkel Richard Owen herausgegebene Biographie (London 1894 2 Bde. mit einem Essay von Huxley).

Buch, Freiherr, Christian, Leopold von. Geb. 26. April 1774 auf Schloß Stolpe in der Uckermark, bereiste Europa und die Kanaren für geognostische Studien, wurde 1806 zum Mitglied der Berliner Akademie und Kammerherrn ernannt und starb 4. März 1853 in Berlin. Er war ein Vertreter des extremen Vulkanismus und seine diesbezüglichen Ansichten sind heute aufgegeben. Bleibenderen Werth dürfen seine Arbeiten über fossile Brachiopoden, Ceratiten und andere fossilen Thiere beanspruchen. Eine Gesammtausgabe seiner Arbeiten besorgten Ewald, Roth, Eck und Dames (Berlin 1867—85 4. Bände).

Lacaze-Duthiers, Henri de. Geb. 15. Mai 1821 zu Montpezat (Lot und Garonne) wurde 1854 Professor der Zoologie in Lille, 1865 am Pariser Museum und 1868 an der Universität. Er arbeitete besonders über Mollusken und Molluskoiden, gab seit 1872 die „Archives de zoologie générale et expéri-

Digitized by Google

Bei den Wirbelthieren trug das Studium der Entwicklungsgeschichte besonders erfolgreich zu einer bessern Eintheilung bei. Nach den durch E. von Baer studirten Hüllen des Wirbelthier-Embryos, die sich erst bei den höhern Wirbelthieren entwickeln, der Allantois und dem Amnion, theilte H. Milne-Edwards die Wirbelthiere in niedere und höhere; die Fische und Amphibien wurden als der Schafhaut entbehrende (Anamniota) oder niedern Wirbelthiere von den höhern Amnioten (Reptilen, Vögeln und Säugethieren) gesondert. Blainville trennte 1816 die fischähnlicheren Amphibien von den Reptilen, die er mit richtigem Blick als Ornithoide (Vogelähnliche) bezeichnete, worauf Huxley später die Reptile und Vögel als Sauropsiden zusammenfaßte. Sie stellen sich den Säugern durch mannigfache gemeinsame Kennzeichen gegenüber, z. B. durch den einfachen Gelenkhöcker, mit welchem bei ihnen der Hinterschädel der Wirbelsäule angelenkt ist, während die Säuger einen doppelten Gelenkhöcker besitzen, durch die Form der Blutkörperchen u. s. w. Die Fische hatte schon Cuvier in Knorpel- und Knochenfische getheilt, worauf die Untersuchungen ihrer Entwicklungsgeschichte und der fossilen Formen durch C. Vogt und Agassiz mancherlei feinere Unterschiede ergaben. Eine gründliche Kenntniß-Vermehrung der Fisch-, ja der Wirbelthiernatur überhaupt, datirt dann von J. Müllers Untersuchung der Schleimfische (Myxinoiden) 1835—45, an die sich Untersuchungen der Haie (Plagiostomen) und der Schmelzfische (Ganoiden) sowie des Amphioxus anschlossen. Die Entdeckung der Lungen-, Lurch- oder Molchfische, die J. Müller 1843 als Doppelathmer bezeichnete, machte später einige Schwierigkeiten. Während die Naturforscher der alten Schule sie einfach den Schmelzfischen (Ganoiden) anreihen wollten, ihr erster Entdecker Natterer, Bischoff, Milne-Edwards, C. Vogt u. A. sie den Molchen anreihen wollten, schlugen Gegenbaur und Haeckel vor, sie in eine Uebergangsklasse zwischen Fischen und Amphibien zu bringen. Die Amphibien hatte Duméril 1806 in geschwänzte (Urodelen) und schwanzlose (Anuren oder Frösche) geschieden, Latreille theilte sie 1825 entwickelungsgeschichtlich in solche mit bleibenden und hinfälligen Kiemen (Perennibranchier und Caducibranchier). Die Blindwühlen (Cöcilien), welche schon Blainville als Amphibien erkannt hatte, schwankten in den Augen verschiedener Forscher noch lange zwischen Amphibien und Reptilien, bis J. Müller sie 1832 endgiltig den Amphibien verband.

mentale", heraus, begründete die zoologischen Stationen von Roskoff und Banyuls-sur-Mer und starb 21. Juli 1901.

Natterer, Johann. Geb. 9. November 1787 in Laxenburg bei Wien, bereiste 1817—36 Brasilien und starb 17. Juni 1843 als Kustos am Wiener Naturalienkabinett.

Bei den Reptilen, die noch Lacépède mit den Amphibien vereinigte, machte anfangs die Stellung der fußlosen Eidechsen, wie der Blindschleichen und der Doppelschleichen (Amphisbänen), die man den Schlangen anreihen wollte, Weiterungen, doch hat man erstere später den Eidechsen angeschlossen und die Amphisbänen zu einer besondern Familie erhoben. Bei den Reptilen hat erst später das Studium der fossilen Formen, das uns mit einer Reihe völlig ausgestorbener Gruppen bekannt machte, eine naturgemäßere Anordnung ermöglicht. Die Vögel hatte Cuvier 1798 in sechs gleichwerthe Ordnungen (Raub-, Sperlings-, Kletter-, Hühner-, Wat- und Schwimmvögel) getheilt, wobei er die fluglosen Vögel (Strauße) zwischen Hühner- und Watvögeln einschob. Merrem stellte die Strauße nach der Form ihres Brustbeins zuerst als Fluglose (Ratitae) den Flugvögeln (Carinatae) gegenüber, während Oken und Burmeister das entwicklungsgeschichtliche Moment der früheren oder spätern Selbständigkeit und Flugfertigkeit hervorhoben und sie in Nesthocker und Nestflüchter theilten.

Ganz besonders wirkten die entwicklungsgeschichtlichen Studien auf die Eintheilung der Säugethiere hin, deren Charakter ja darin besteht, daß das Junge immer inniger mit der Mutter verwächst. Schon oben (S. 585) wurde erwähnt, daß Blainville die Säuger nach der Form der Gebärmutter in drei Klassen, Ornithodelphen, Didelphen und Monodelphen eingetheilt habe, die, wie sich später ergab, der historischen Entwicklung des Stammes entsprechen. Als dann Owen fand, daß die Schnabel- und Beutelthiere, also die Thiere der beiden ersten Blainville'schen Ordnungen noch keinen Mutterkuchen (Placenta) besitzen, der erst bei höhern Säugern als Verbindungsglied des jungen Thieres mit der Mutter, die Ernährung im Mutterleibe vermittelt, weil jene das Junge im unausgebildeten Zustande ausstoßen, trennte er sie als Placentalose (Aplacentalier) von den Placenta-Thieren oder höhern Säugern. Den Beutelthieren, die noch von Cuvier unter die Zahnarmen, Nager, Raubthiere u. s. w. vertheilt worden waren, hatte schon Blainville ihre gesonderte Stellung als niedere, oder mittlere Säuger (Metatheria), wie sie Huxley später taufte, angewiesen. Die genauere Verfolgung der Entwicklungsgeschichte an Arten verschiedener Ordnungen aus der Abtheilung der höheren Säuger (Eutheria Huxleys), wie sie namentlich

Lacépède, Bernard, Germain Etienne de Laville Graf de. Geb. 26. December 1756 in Agen, anfangs bayerischer Offizier, studirte dann in Paris Naturwissenschaften, war während der Revolution Professor der Zoologie, wurde 1791 Deputirter, 1799 Senator, 1809 Staatsminister, 1814 Pair von Frankreich. Von seinen Werken war die Naturgeschichte der Fische (1795—1805 6 Bde.) lange Zeit das Hauptwerk über diese Klasse. Er starb 5. Okt. 1825 in Epinay.

Bischoff seit 1840 (am Kaninchen, Hund, Meerschweinchen, Reh und Mensch) ausgeführt hatte, ergaben weitere Eintheilungs-Merkmale nach der Dauer und Form des Mutterkuchens. Bei den niedern Gruppen der höheren Säuger verharrt der Mutterkuchen im Körper und sie wurden deshalb zu einer Abtheilung mit nicht hinfälliger Placenta (Indeciduata) vereinigt. Bei den übrigen (Deciduata) verläßt er als Nachgeburt den mütterlichen Körper. Die weitern Abtheilungen, die man nach der scheiben-, gürtelförmigen u. s. w. Form des Mutterkuchens gemacht hatte, haben sich als weniger durchgreifend herausgestellt. In den einzelnen Ordnungen der Säuger sind die Cuvier'schen Eintheilungsgründe nach den Formen des Gebisses und der Extremitäten im Allgemeinen maßgebend geblieben, obwohl im Einzelnen vieles umgeordnet werden mußte.

Es ist unmöglich, hier noch weiter auf die einzelnen Fortschritte der thierischen Entwicklungsgeschichte und ihren Einfluß auf die Systematik einzugehen, nur ein Erkenntnißfeld müssen wir noch kurz berühren, die Entdeckung, daß bei vielen niedern Thieren, namentlich bei Würmern, Mantelthieren, Insekten und Quallen aus dem befruchteten Ei zunächst eine Jugendform entsteht, die in allen ihren Metamorphosen den Eltern ganz unähnlich bleibt, bis dann aus der letzten Form durch Knospung wieder eine den Eltern (oder Großeltern) ähnliche Form hervorgeht. Chamisso hatte diese Erscheinung auf seiner Weltumseglung zuerst (1819) bei den Salpen beobachtet. Er sah wie ein solches cylindrisches, glasdurchsichtiges Mantelthier durch ungeschlechtliche Sprossung eine Kette kleinerer Salpen erzeugt, die in mannigfacher Weise verschieden sind, aber dann erst auf geschlechtlichem Wege wieder größere Einsiedler-Salpen erzeugen. Die Erscheinung blieb räthselhaft, bis Sars seit 1829 ähnliche Erscheinungen an den Medusen beobachtete, die zunächst als Polypen erscheinen, von deren Stamme sich später Medusen loslösen. Steenstrup faßte diese Erscheinungen 1842 mit ähnlichen zu-

Bischoff, Theodor, Ludwig Wilhelm. Geb. 28. October 1807 in Hannover, studirte seit 1826 in Bonn und Heidelberg, wurde 1836 in Bonn zum Professor ernannt, ging 1844 nach Gießen, wo er ein physiologisches Institut und anatomisches Theater errichtete und 1855 nach München, wo er 1878 in den Ruhestand trat und 5. December 1882 starb. Außer seinen entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten und physiologischen Beiträgen (namentlich mit Voit über den Stoffwechsel) lieferte er ausgezeichnete anatomische Arbeiten über Menschen- und Affengehirne, wie auch das Werk über „Die Großhirnwindungen des Menschen" (München 1868).

Chamisso, Adalbert von. Geb. 30. Januar 1781 auf Schloß Boncourt (Champagne) folgte früh seiner Neigung zu naturgeschichtlichen, besonders botanischen Studien, begleitete die Weltumsegelung des russischen Kapitäns August von Kotzebue, wurde 1818 Kustos am Berliner botanischen Institut und 1835 Mitglied der Akademie, starb 21. August 1838 in Berlin.

Steenstrup, Johann, Japetus, Smith. Geb. 8. März 1813 zu Vang

sammen, die er bei Eingeweidewürmern beobachtet hatte und bezeichnete sie als Generationswechsel (Metagenese), einen Vorgang für den, wie wir sehen, die Abwechselung geschlechtlicher mit ungeschlechtlichen Erzeugungen charakteristisch ist. Dabei wurde denn auch erkannt, daß die schon aus dem XVIII. Jahrhundert durch Bonnet bekannte Vermehrungsart der Blattläuse, bei denen im Laufe des Sommers bis zehn Generationsfolgen geschlechtsloser Thiere durch sogen. Jungfern-Geburt (Parthenogenesis) einander folgen, bis im Herbste dann wieder Geschlechtsthiere, die befruchtete Eier erzeugen, erscheinen, ebenfalls hierher gehört. Bei manchen Würmern und Salpen sind obendrein die geschlechtslosen Generationen unter sich noch mannigfach verschieden, so daß man hier mit Leuckart von Individuen sprechen muß, bei denen Vielgestaltigkeit (Polymorphismus) herrscht. Der Begriff des Individuums, der doch ein Untheilbares bezeichnen will, wird hier ein sehr schwieriger, denn es bleibt nichts andres übrig, als mit Huxley die ganze aus einem Ei hervorgegangene Entwicklungsfolge als Individuum hinzustellen, wobei er die Einzelform Zooid nannte. Die Forscher, welche sich mit den Eingeweidewürmern näher beschäftigt haben, wie Leuckart, J. van Beneden, Siebold, Küchenmeister, Carus u. A., haben sehr wunderliche Formen solcher Generationswechsel beschrieben, deren Polymorphismus sich dadurch erklärt, daß diese Thiere, ehe sie zur Fortpflanzung gelangen, in verschiedene Wirthe eingehen, z. B. von Schnecken auf Vögel und Säugethiere, ja von Pflanzen auf Thiere übergehen und dabei wohl ihre Proteusnatur erlangten. Daß bei den Schmarotzerthieren der Wirthswechsel die wahre Ursache dieser Complikationen ist, wird dadurch wahrscheinlich, daß wir bei Schmarotzerpilzen (Brandpilzen) analogen Erscheinungen begegenen.

---

in Norwegen, ward 1845 Docent für Mineralogie in Sorö, wurde dann in Kopenhagen zum Professor der Zoologie ernannt, nachdem seine Arbeiten über den Generationswechsel (1842) und „Hermaphroditismus der Thiere" (1846) erschienen waren. Er arbeitete ferner über niedere Schmarotzerkrebse und Cephalopoden Außerdem lieferte er wichtige Untersuchungen über nordische Prähistorie, namentlich über die Funde in den dänischen Mooren und Kjökkenmöddinger (1886). Seit 1885 in den Ruhestand getreten, starb er 20. Juni 1897 in Kopenhagen.

Carus, Viktor. Geb. 25. August 1823 in Leipzig, studirte daselbst seit 1841 Medicin, prakticirte einige Jahre als Arzt und ging 1849 als Conservator am anatomischen Museum nach Oxford, hielt auch später noch (1873–74) Vorlesungen in Edinburg, nachdem er sich 1851 in Leipzig habilitirt und 1853 die Professur für vergleichende Anatomie und die Leitung der dortigen zoologischen Sammlung erhalten hatte. Schrieb: „Zur näheren Kenntnis des Generationswechsels" (Leipzig 1842), „System der thierischen Morphologie" (das. 1853) „Geschichte der Zoologie" (München 1871). Seit 1861 gab er die „Bibliotheca Zoologica" und seit 1878 den „Zoologischen Anzeiger" heraus und übersetzte Darwins Werke.

Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen.

In den früheren Jahrhunderten wurden die Pflanzen vorwiegend nur nach ihrer äußern Gestalt betrachtet, benannt und den Herbarien einverleibt, die Schleiden später, mit einem tadelnden Seitenblick auf jene Sammelthätigkeit der älteren Botaniker als „Heu" bezeichnete. Dem innern Bau und Leben der Pflanzen war wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden, wenn auch der italienische Arzt Malpighi 1675 und der englische Geistliche Nehemiah Grew 1682 besondere Werke über Pflanzen-Anatomie veröffentlicht hatten. Man findet bei ihnen schon die Erkenntniß verschiedener Elementartheile und die Bezeichnung ihrer Verbindung als Zellgewebe, aber dieser Name, der sich bis heute im Gebrauche erhalten hat, war nur ein Vergleich nach der Aehnlichkeit, welche mikroskopische Durchschnitte von Pflanzentheilen mit einem Spitzengewebe darbieten, der noch lange die schädliche Nachwirkung äußerte, daß manche Botaniker noch im XIX. Jahrhundert an eine gewebeartige Verbindung der Elementartheile des Pflanzenleibes durch Fadengespinnst geglaubt haben.

Wolff war der erste gewesen, welcher dieses Studium im XVIII. Jahrhundert wieder aufnahm; in seiner Theoria generationis (1759) hatte er sich die Zellen als in der ursprünglich dichten Masse des Pflanzenleibes entstandene Hohlräume, etwa wie die Bläschen im Brote gedacht, durch deren Poren der Nahrungssaft im Pflanzenleibe kreise. Den Stamm dachte er sich durch Verwachsung der Blattstiele entstanden, die ihre Gefäßbündel tief darin hinabsenken. Der französische Botaniker Mirbel hatte sich in einer 1801 erschienenen Arbeit über den Bau der Pflanzen eng an Wolff's Ansichten angeschlossen, während schon Curt Sprengel (1802) und namentlich Bernhardi (1804) einzelne richtigere Blicke in Bau und Wachsthum des Pflanzenkörpers thaten, der erstere, indem er darauf hinwies, daß die röhrenförmigen Gefäße aus aneinander gereihten Zellen, die das Ursprüngliche seien, durch Verschwinden der Zwischenräume entstünden, Bernhardi, indem er die Gefäßformen (Ring-, Spiral- und Treppen-Gefäße) unterschied und die begleitenden Leitstränge in den Gefäßbündeln nachwies. Die Göttinger

Sprengel, Kurt, der Neffe von Conrad Sprengel. Geb. 3. August 1766 in Boldekow bei Anklam, studirte seit 1784 in Halle erst Theologie, dann Medicin und Naturwissenschaften, beschäftigte sich in seiner Jugend mit Pflanzenuntersuchungen, wurde 1789 Professor der Medicin in Halle, wo er 15. März 1833 starb. Er schrieb außer medizinischen Werken eine „Geschichte der Botanik".

Bernhardi, Johann, Jakob. Geb. 1774, gest. als Professor der Botanik 1850 in Erfurt.

Gesellschaft der Wissenschaften stellte damals (1804) eine Preisaufgabe über die Grundfragen der Pflanzenanatomie oder Phytotomie, in der sie zwei Arbeiten mit vielfach entgegengesetzten Resultaten: Rudolphi's Pflanzen-Anatomie (1807 im Druck erschienen) und Link's in demselben Jahre gedruckte „Grundlehren der Anatomie und Physiologie der Pflanzen" krönte. Von diesen beiden Arbeiten war die Link'sche die gehaltvollere. Rudolphi war damals noch zu sehr von den Lehren der Naturphilosophie befangen (vergl. S. 597) und läugnete sogar die vegetabilische Natur der Pilze und Flechten, weil sie einen ganz andern anatomischen Bau, wie echte Pflanzen hätten, auch durch Urzeugung entstünden. Link vermied solche Irrthümer, erkannte die Geschlossenheit der Zellen, die Stärkekörner in denselben und die Zwischenzellräume und gab eine richtigere Deutung der Spaltöffnungen, die in der Haut der Pflanzen den Gasaustausch vermitteln. Eine dritte von den Göttinger Preisrichtern nur mit dem Nebenpreise (Accessit) belohnte Bewerbungsschrift von L. C. Treviranus enthielt gleichwohl vielleicht die verdienstvollsten Fortschritte. Die deutschen Phytotomen geriethen alsbald in einen lang dauernden Streit mit Mirbel, dem einzigen französischen Vertreter der neuen Wissenschaft, der sich, wie erwähnt, wesentlich an Wolff angeschlossen hatte, wobei aber nicht viel herauskam. Dagegen begannen sich die Ansichten über das

Link, Heinrich, Friedrich. Geb. 2. Februar 1767 in Hildesheim, studirte seit 1786 in Göttingen Medicin und Naturwissenschaften, wurde 1792 in Rostock Professor der Chemie, Botanik und Zoologie, wurde 1811 nach Breslau und 1815 nach Berlin berufen, wo er auch die Leitung des botanischen Gartens übernahm und 1. Januar 1850 starb. Als einer der vielseitigsten Botaniker seiner Zeit schrieb er „Elementa philosophiae botanicae" (Berlin 1824, 2. Aufl. 1837), „Die Urwelt und das Alterthum, erläutert durch die Naturkunde" (das. 1820—22, 2. Aufl. 1834) und gab, außer einer Flora von Portugal, verschiedene botanische Abbildungswerke, darunter eins über Pflanzen-Anatomie heraus.

Brisseau-Mirbel, Charles François. Geb. 27. März 1776 in Paris widmete sich der Malerei, dann der Botanik, wurde 1808 zum Mitgliede der Akademie und bald darauf zum Universitätsprofessor ernannt, Begründer der Phytotomie in Frankreich, für die dort vor ihm noch weniger geschehen war als in Deutschland. Da er die bis dahin alleinherrschende systematische Botanik nicht als Wissenschaft gelten lassen wollte, wurde er stark angefeindet, so daß er, angeekelt von diesem Treiben 1816—25 Verwaltungsämter übernahm, auch nach seiner Rückkehr an das naturgeschichtliche Museum (1829) lange vor seinem 12. Sept. 1854 in Championnet bei Paris erfolgten Tode sich wieder von der Botanik zurückzog. Seine „Anatomie und Physiologie der Pflanzen" erschien 1802, seine „Physiologischen Elemente der Botanik" 1815 (3 Bände 72 Tafeln).

Treviranus, Ludolf Christian. Geb. 1779 in Bremen, der Bruder von Reinhold (S. 582) hatte, gleich diesem, Medicin studirt, wurde dann Professor der Botanik in Rostock (1812), Breslau und Bonn (1830), wo er 1864 starb. Er veröffentlichte eine zweibändige Pflanzenphysiologie, (Bonn 1835—38).

Dickenwachsthum der Bäume allmälig zu klären. Wie seine deutschen Gegner ließ auch Mirbel dasselbe anfangs durch fortdauernde Verwandlung der unter der Rinde gebildeten Bastgewebe in Holzlagen geschehen, sprach dann aber von einem in der Hauptwachsthumsperiode sich zwischen Rinde und Holz ausbreitenden Bildungsgewebe (Cambium), welches nach innen Holz-, nach außen Rindenschichten zum Ersatz der abgestorbenen Theile erzeuge.

Wohl der erfolgreichste Phytotom in jener Zeit war Paul Moldenhawer, der 1812 mit glücklichem Griff eine Monokotyle, die Maispflanze, statt der bisher für die Untersuchung bevorzugten schwierigeren Dikotylen zum anatomischen Studium wählte, ihre Zellen und Gefäße durch Mazeration im Wasser zu isoliren lernte und dabei die eigene Wandung jeder (bisher nur als Hohlraum betrachteten) Zelle, sowie die Doppelwand, welche die Nachbarzellen trennt, nachwies, die Skulptur der Zellenwandungen verfolgte und die großen anatomischen Verschiedenheiten darlegte, welche die dünnwandigen Zellen des sogenannten Parenchym-Gewebes, gegenüber den dickwandigen des Holz-, Bast- und Rindengewebes darbieten. Weitere Erfolge auf diesem Wege konnten aber erst durch die Verbesserung des Mikroskopes, die im zweiten Decennium große Fortschritte machte, erzielt werden, so fern sich neue Strukturelemente enthüllten, die früher unmöglich zu erkennen waren.

Diesen Vortheil nützten gegen 1830 zuerst Meyen und Mohl aus, von denen der erstere einen leichter beweglichen Geist, der letztere mehr Besonnenheit und Nüchternheit in seinen Forschungen bewährte, wie denn z. B. Meyen die Schließzellen der Spaltöffnungen, welche Rudolphi als wahre Schließmuskeln angesehen hatte, als Hautdrüsen betrachtete und die Tüpfelbildungen verschiedener Zell- und Gefäßwandungen noch als Verdickungen betrachtete, nachdem sie Mohl bereits als Verdünnungen erkannt hatte. Meyens Nachgiebigkeit gegenüber der naturphilosophischen Schule und Anschluß an die verkehrten, allerdings von der Pariser Akademie mit einem Preise gekrönten Behauptungen von Schultz-Schultzenstein, der seit 1824 die Milchsaft führenden Gefäße der Pflanzen

Moldenhawer, Johann Jakob, Paul. Geb. 1776 in Hamburg, gest. 1827 als Professor der Botanik in Kiel.

Meyen, Franz Julius Ferdinand. Geb. 1804 in Tilsit, widmete er sich anfangs der Pharmacie, dann der Medicin, promovirte 1826, trieb mehrere Jahre ärztliche Praxis, schrieb als Militärarzt seine Pflanzenphytotomie (Berlin 1830), trat 1830 von Humboldt angeregt, eine Weltumsegelung an, von der er 1832 mit reichen Sammlungen zurückkehrte, 1834 eine Professur in Berlin erhielt und daselbst 1840 nach Veröffentlichung zahlreicher weiterer Arbeiten starb.

Schultz-Schultzenstein, Karl, Heinrich. Geb. 8. Juli 1798 in Altruppin, studirte in Berlin Medicin, habilitirte sich 1822 daselbst als Privatdocent, wurde 1825 Professor der Medicin und starb 22. März 1871. Seine Lehre, daß das thierische und pflanzliche Leben ein fortwährender innerer Wechsel von Er-

als ihr eigentliches, den „Lebenssaft" führendes Cirkulationssystem behandelte, verdunkelten einigermaßen seine mannigfachen Verdienste um die Förderung der Pflanzen-Anatomie.

Dagegen leuchten die Verdienste, welche sich Mohl, der aller Naturphilosophie abhold war, um die Anatomie und Physiologie der Pflanzen erwarb, noch heute in unvermindertem Glanze, denn er war es, der den Aufbau des Pflanzenkörpers aus anfangs gleichartigen Zellen, die sich fortschreitend verunähnlichen, und so die verschiedenen Gewebe bilden, die theils Nahrung aufnehmend, saftleitend, stützend und schützend zu wirken haben, zuerst klar erkannte. Auch die Frage nach der chemischen Natur der Zellhäute und des mechanischen Gerüstes der Pflanzen wurde von ihm erwogen, fand aber erst seinen Abschluß, nachdem der französische Chemiker Anselm Payen (1795 bis 1871) gezeigt hatte, daß alle diese Zellhäute und mechanischen Gewebe aus demselben Stoffe bestehen, den er 1844 Cellulose nannte. In den Gefäßbündeln, die vom Stamm in die Blätter eintreten und bei Mono- und Dikotylen etwas verschieden verlaufen, unterschied er die Holz- und Basttheile, zeigte aber bereits 1831 in seiner Untersuchung über den Palmenstamm, daß die Wachsthumsverschiedenheit, welche Desfontaines bei den Stämmen der Mono- und Dikotylen entdeckt haben wollte und die De Candolle sogar zur systematischen Unterscheidung benutzt hat (S. 594), nicht vorhanden sind. Nach Desfontaines sollte das Holz der ersteren in Form zerstreuter Gefäßbündel auftreten, die aus dem Stammeszentrum kämen und in die Blätter einträten, aber nur so lange zur Verdickung des Stammes beitragen könnten, als die älteren erhärteten Bündel im Umfange noch keine feste Scheide gebildet hätten (sog. endogenes Stammwachsthum der Monokotylen) woraus das schlanke säulenförmige Stammwachsthum der Palmen, und der von De Candolle mit den Monokotylen verbundenen Farnstämme folge, bei den Dikotylen oder Exogenen fände dagegen ein unbegrenztes Dickenwachsthum statt. Mohl zeigte aber, daß diese Unterscheidungen nur eingebildete wären, und im Wesent-

zeugen und Absterben verjüngter Formengebilde sei, hat er in einer Reihe von Schriften kund gegeben. Bei den Pflanzen sah er die Stengelglieder als verjüngte Individuen (Anaphyten) an.

Mohl, Hugo von. Geb. 8. April 1808 in Stuttgart, studirte seit 1823 in Tübingen Medicin, widmete sich, nachdem er 1828 promovirt, in München botanischen Studien und ging, nachdem er seine epochemachenden Arbeiten über den Bau des Farn-, Cycadeen- und Palmenstammes vollendet hatte, 1832 als Professor der Physiologie nach Bern, 1835 nach Tübingen, wo er am 1. April 1872 starb. Neben seinen zahlreichen Abhandlungen, die in seinen „Vereinigten Schriften botanischen Inhalts" (Tübingen 1845) gesammelt vorliegen, schrieb er: „Mikrographie, oder Anleitung zur Kenntniß und zum Gebrauche des Mikroskopes" (das. 1846) und „Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle." (Braunschweig 1851).

lichen darauf beruhen, daß sich die Holz- und Gefäßbündel der Dikotylen-Bäume zu Kreisen (Jahresringen) verbinden, weil diese Bäume durch Ausbreitung ihres Astwerks zu ausgedehnten Wipfelbildungen, die den baumartigen Monokotylen (z. B. den Palmen) meist fehlen, da sie sich nur in Ausnahmefällen verästeln, größere Ansprüche an die Tragfähigkeit der Stämme stellen, denen ihr größeres Dickenwachsthum entspricht.

Diese Arbeiten wurden erst in den sechziger Jahren durch Sanio zur Klarheit gebracht und dann hat Schwendener in noch späteren Jahren diesen Zusammenhang der Gefäßbündelanordnung und -Bildung mit den Anforderungen der Trag- und Zugfähigkeit der pflanzlichen Organe verglichen und gezeigt, daß sich ein Theil der Pflanzenzellen, deren Wände sich so stark verdicken, daß sie nur eine winzige Höhlung offen halten, zu einem besondern mechanischen System, einem Skelett (Stereom) der Pflanzen entwickeln, dessen Aufbau, ähnlich dem thierischen, den Gesetzen der Mechanik auf das genaueste entspricht. Es tritt auch in dünnen Stengeln z. B. Grashalmen auf, und bildet hier durch Ausbildung in der Peripherie Hohlcylinder, wie denn die Hohlsäule eine größere Tragfähigkeit als eine aus demselben Material gebildete gleichhohe Vollsäule zeigt, oder es nimmt die Formen der Eisenträger im modernen Eisenbau, oder von Wellblechstützen u. s. w. an. Bei Organen, die weniger nach der Richtung der Tragfähigkeit als der Zugfestigkeit in Anspruch genommen werden, z. B. bei Wurzeln, drängt sich das mechanische Gewebe gern in ein Centralbündel zusammen, dahin, wo bei den tragenden Theilen im Gegentheil der nachgiebigste Theil, das Mark liegt.

Nach dieser der Zeit weit voraneilenden Abschweifung kehren wir zu der Entwicklung unserer Kenntnisse von den Elementartheilen der Pflanze zurück und haben hier zunächst von der Erkenntniß Schleidens zu sprechen, daß der Pflanzenkörper vollständig aus

Schwendener, Simon. Geb. 10. Februar 1829 zu Buchs (Kanton St. Gallen), studirte in Genf und Zürich, habilitirte sich dort 1857, ging 1861 nach München und 1867 nach Basel, wo ihm eine Professur für Botanik und die Leitung des botanischen Gartens übertragen wurde, 1877 nach Tübingen und 1878 nach Berlin, wo er das Fach der physiologischen Botanik übernahm. Er schrieb „Untersuchungen über den Flechtenthallus" (Leipzig 1860—68). Das mechanische Prinzip im Aufbau der Monokotylen (das. 1874). Die mechanische Theorie der Blattstellung (das. 1878). Das Mikroskop (mit Nägeli, 2. Aufl. das. 1887) und zahlreiche Abhandlungen in den Schriften der Berliner Akademie.

Schleiden, Mathias, Jakob. Geb. 5. April 1804 in Hamburg, studirte in Heidelberg die Rechte, praktizirte auch kurze Zeit als Advokat in Hamburg, wandte sich dann aber den Naturwissenschaften zu und studirte seit 1833 in Göttingen und Berlin Botanik und Physiologie, wurde 1839 zum Professor der Botanik nach Jena berufen und folgte 1863 einem Rufe als Professor der Botanik nach Dorpat. Schon 1866 legte er gleich Mirbel

Zellen aufgebaut sei (1838) und daß die Zelle das eigentliche Elementar-Organ der Pflanze bildet, eine Verallgemeinerung, die im Jahre darauf von Schwann auf die Thierwelt übertragen wurde. Nachdem so viele Botaniker vor ihm schon von dem Zellenbau der Pflanzen gesprochen hatten, mag die Wichtigkeit, die man in der Geschichte der Wissenschaften auf diesen Erkenntnißschritt Schleidens legt, überraschen, allein mit Unrecht, denn das Verständniß der Pflanzennatur und Pflanzenentwicklung hebt gewissermaßen mit dieser Entdeckung erst an. Nicht nur giebt es viele Pflanzen (und Thiere), deren Körper zeitlebens nur aus einer einzelnen Zelle besteht, wie bei vielen Protisten, und den besonders von A. Braun studirten einzelligen Algen, sondern auch die höheren Pflanzen und Thiere, deren Leib später aus einem Aggregat vielfach umgewandelter Zellen besteht, beginnen ihr Dasein als einfache Eizellen und auch ihr Leben ist dann noch ein einfaches Zellenleben, wie auch später der zusammengesetzte Organismus wesentlich in seinen Zellen lebt, mag auch die unter ihnen eingetretene Arbeitstheilung noch so groß sein, woran bekanntlich Virchow die weitere Verallgemeinerung knüpfte, daß man in der Pathologie von einer Erkrankung der einzelnen Zellen auszugehen habe (Cellular-Pathologie).

Im Uebrigen hegte Schleiden über Bau und Entstehung der Zellen vielfach durchaus irrige Ansichten. Er sah z. B. den Zellkern (Cytoblast), welchen Robert Brown schon 1831 beiläufig wahrgenommen hatte, als den Mittelpunkt des Zellenlebens an, während er die schleimige Flüssigkeit, die ihn umgiebt, zunächst nur als seine Nahrung betrachtete, auch glaubte er, daß die Zellen allgemein in Mutterzellen entstünden, während dies nur in Ausnahmefällen geschieht, und die Zellen der wachsenden Pflanze, wie dies Mohl schon 1835 wahrgenommen hatte, stets durch fortgesetzte Theilung entstehen, indem sich erst der Zellkern theilt und dann zwischen seinen Hälften eine Scheidewand entsteht, durch die aus der einen Zelle zwei werden u. s. w., Vorgänge, die allerdings erst durch spätere Untersuchungen klar gestellt wurden. Schleidens große Verdienste um die Botanik, die ihn zu einem Reformator dieser

(Seite 635), durch die ewigen Fehden und andere Widerwärtigkeiten entmuthigt, sein Amt nieder, lebte zunächst in Dresden, dann in Wiesbaden und starb 23. Juni 1881 in Frankfurt a. M. Ihm verdankt die Botanik, daß sie aus öder Beschreibungswuth und Sammelkram herausgerissen und auf induktiver, entwickelungsgeschichtlicher Basis neu aufgebaut wurde. Sein erfolgreiches Hauptwerk sind die Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik (Leipzig 1842—43, 2 Bde., 4. Aufl. 1861), während er in weiteren Kreisen mehr durch seine populären Darstellungen: „Die Pflanze und ihr Leben" (Leipzig 1848, 6. Aufl. 1864). „Studien" (das. 1855, 2. Aufl. 1857). „Das Meer" (Berlin 1865, 2. Aufl. 1874). „Das Alter des Menschengeschlechts" (Leipzig 1863). „Die Rose" (das. 1873) u. A. bekannt wurde.

Wissenschaft erhoben, liegen nicht in unanfechtbaren Entdeckungen, die er gemacht hätte, sondern in dem philosophischen Geist, mit dem er die Forschung beseelte und in der unablässigen Betonung des Satzes, daß man das Werden der Dinge, die Entwicklungsgeschichte der Pflanzen verfolgen müsse, um zu richtigen Erkenntnissen ihrer Natur zu gelangen.

Die Zellentheorie wurde im Wesentlichen erst 8 Jahre später (1846) durch Nägelis Arbeiten abgerundet, der namentlich dem Zellinhalte seine Aufmerksamkeit zuwandte, und den Stickstoffgehalt der von Schleiden für eine gummiartige Substanz gehaltenen Zellflüssigkeit nachwies. Die kreisenden Bewegungen derselben in der Zelle hatte schon Corti im XVIII. Jahrhundert wahrgenommen, Treviranus, Meyen, Schleiden und Mohl hatten sie näher studirt und der Letztere sie als Urbildungsstoff (Protoplasma) bezeichnet. Nägeli entthronte den Zellkern gewissermaßen, indem er das Protoplasma als den eigentlichen Lebensträger anerkannte. Bei ihren Studien an Algen und Pilzen, begünstigt durch deren durchsichtige Wandungen hatten zahlreiche andere Botaniker, wie A. Braun, Thuret, A. de Bary gleich Nägeli erkannt, daß das Protoplasma auch unabhängig von der Zellwandung lebt, in den Schleimpilzen (Mycetozoen oder Myxomyceten) der Feuchtigkeit, selbst an senkrechten Wandungen entgegenkriecht und erst Zellwandungen ausbildet, wenn es sich einkapselt. Eine ähnliche Flüssigkeit hatte der französische Zoologe Dujardin schon 1835 in dem Scheinfüße ausstreckenden Gesammtkörper zahlreicher Protisten, wie z. B. der Rhizopoden erkannt und Sarkode genannt, aber erst 20 Jahre später wies Unger auf die Aehnlichkeit des pflanzlichen Protoplasmas mit der thierischen Sarkode hin, und erst damit folgte der ersten großen Verallgemeinerung von dem zelligen Aufbau der Pflanzen und Thiere die zweite von dem gleichartigen oder verwandten Lebensträger in beiden Reichen, die Protoplasma-Theorie.

Es wurde nun durch die Beobachtungen mannigfacher Bota-

Bary, Heinrich, Anton, de. Geb. 26. Januar 1831 in Frankfurt a. M., studirte seit 1849 in Heidelberg, Marburg und Berlin Medizin, ließ sich 1853 in seiner Vaterstadt als Arzt nieder, habilitirte sich aber schon im Jahre darauf als Botaniker in Tübingen, ging 1855 nach Freiburg, 1867 nach Halle und 1872 nach Straßburg, wo er den 19. Januar 1888 starb. Er machte sich um die Pilzkunde sehr verdient, indem er die Kenntniß von ihrem Wesen und ihre Entwicklung sehr erweiterte, die Verschiedenheit ihrer Fruchtkörper, ihren Generationswechsel bei den Rostpilzen studirte und die Schleimpilze zuerst genauer untersuchte. Er schrieb: „Untersuchungen über die Brandpilze", (Berlin 1853). „Die Mycetozoen" (Leipzig 1859, 2. Aufl. 1864). „Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze" (Frankfurt 1864–82, 5 Theile). „Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien" (Leipzig 1882). „Vorlesungen über Bakterien (das. 1885, 2. Aufl. 1887).

niker immer klarer, daß das Protoplasma wirklich die Muttersubstanz aller Neubildungen in der Pflanze ist. Mohl hatte gesehen, wie sich aus ihm die Körnchen von Blattgrün (Chlorophyll) bilden, welche den Pflanzen ihr grünes Gewand geben und mit dessen Hülfe aus der Luftkohlensäure, die Kohlehydrate (Stärkemehl, Zucker, Cellulose u. s. w.) gebildet werden, ebenso die Aleuronkörner und Proteïnkrystalle, die Hartig zuerst in den Samen entdeckte. Der Bildung der Stärkekörner, die er mit dem Polarisations-Mikroskop verfolgt hatte, widmete Nägeli 1858 ein tief durchdachtes Werk, in welchem ihr Wachstum durch Einlagerung neuer Moleküle zwischen die schon gebildeten beschrieben und auch andere Wachsthumsvorgänge durch diese mechanisch-physikalische Molekulartheorie in ein neues Licht gesetzt wurden. Nägeli brachte auch die schon früher angeregten Forschungen über die Entstehung der Gefäßbündel aus dem gleichartigen Urgewebe ins Reine, entdeckte die Thätigkeit der Scheitelzelle des an der Spitze fortwachsenden Stammes oder Laubes der Kryptogamen, die durch ihre immer fortdauernden Theilungen zuletzt die ganze Gewebemasse derselben erzeugt und erwies sich überhaupt als einer der größten Bahnbrecher, welche die neuere Botanik gefördert haben. Die Gewebelehre erfuhr durch Hanstein, Hartig, Sanio, Schacht und besonders durch Schwendener weitere Förderungen, die zum Theil bereits angedeutet wurden, deren genauere Betrachtung uns aber hier zu tief in Einzelheiten führen würde.

Schleidens oft wiederholte, aber nicht immer mit der nöthigen Ruhe selbst befolgte Mahnung, vor Allem das Werden der Dinge zu erforschen, führte allmälig zu einer Vertiefung in das Studium der geschlechtlichen Erzeugung der jungen Pflanze. Daß viele Gewächse nur dann Samen tragen, wenn ihnen von außen her Blumenstaub zugeführt und auf die Narbe gebracht wird, wußten die alten Kulturvölker seit den frühesten Zeiten

Hartig, Theodor, geb. 21. Febr. 1805 in Dillenburg, gest. 26. März 1880 in Braunschweig, wo er an der 1878 aufgehobenen Forstschule als Professor lehrte.

Naegeli, Karl, Wilhelm. Geb. 27. März 1817 in Kilchberg bei Zürich, studirte in Zürich, Genf und Berlin, wurde 1842 Dozent, 1848 Professor der Botanik in Zürich, 1852 in Freiburg und 1858 in München, wo er 10. Mai 1891 starb. Seine Arbeiten über Algen und andre Kryptogamen, über Molekularstruktur und Morphologie, über Veränderlichkeit und Vermischung der Arten u. s. w. wirkten vielfach bahnbrechend; die wichtigsten allgemeineren Inhalts sind: „Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art“ (Leipzig 1865). „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre“ (München 1883). Vgl. Wunschmann, K. W. N. (Berlin 1893).

Hanstein, Johannes von. Geb. 15. Mai 1822 in Potsdam, seit 1865 Professor in Bonn, wo er 7. August 1880 starb.

von der Dattelpalme her, die in den meisten Fällen ohne künstliche, durch Menschenhand bewirkte Befruchtung, keine Datteln bringt, aber erst Camerarius erhob die darüber fluktuirenden Meinungen durch einen 1691 am Bingelkraut ausgeführten Versuch über allen Zweifel. Es ist dies eine Pflanze, bei der die männlichen und weiblichen (Staub- und Narben-)Blüthen auf verschiedenen Pflanzen vorkommen, wie bei der Dattelpalme, und den mannigfachen Zweiflern gegenüber hatte Gleditsch 1749 den als Experimentum berolinense bezeichneten Versuch an einem weiblichen Exemplar der Zwergpalme des Berliner Botanischen Gartens, die seit 80 Jahren keine Frucht getragen hatte, mit aus Leipzig bezogenem Blumenstaub wiederholt. Koelreuter setzte diese Versuche im vorigen Jahrhundert fort und zeigte, daß bei den Pflanzen ebensowohl Bastarde erzeugt werden können als bei den Thieren, worauf Conrad Sprengel nachwies, daß die alte, von Camerarius gelehrte und von allen seinen Nachfolgern bis dahin geglaubte Ansicht, daß die Zwitterblüthen, welche männliche und weibliche Organe in ihrem Kelche enthalten, sich selbst befruchten sollten, falsch sei, daß vielmehr in der Mehrzahl der Fälle diese sog. Zwitterblüthen dichogam sind, d. h. ihren Blumenstaub und ihre Narben nicht zu gleicher Zeit entwickeln: „da sehr viele Blumen getrennten Geschlechtes, und wahrscheinlich wenigstens ebensoviele Zwitterblumen Dichogamisten sind, so scheint die Natur", schrieb er, „es nicht haben zu wollen, daß irgend eine Blume durch ihren eigenen Staub befruchtet werden solle." Durch eine Fülle äußerst sinnreicher Beobachtungen zeigte er dann, daß bei den augenfälligeren und duftenden Blumen in der Regel durch Honig angelockte Insekten die Ueberbringer des Blumenstaubes von anderen Blumen derselben Art sind, und daß meist die ganze Gestalt, Färbung und Zeichnung, sowie die Art, wie sie ihren Honig offen oder versteckt darbieten, nur aus der Gestalt oder Gattung der sie besuchenden und befruchtenden Insekten zu verstehen sind, so daß z. B. Blumen mit sehr tief in Taschen oder Spornen geborgenen Honig nur durch Schmetterlinge mit sehr langen Rüsseln bestäubt werden können.

Obwohl Sprengels klare Darlegungen, ebenso wie auch die Versuche Koelreuters und seiner Vorgänger geeignet waren, keinerlei Zweifel an der Geschlechtlichkeit der Pflanzen übrig zu lassen,

Sprengel, Christian, Conrad. Geb. 1750 in Brandenburg a. H., war 1780—94 Stadtschuldirektor in Spandau, vernachlässigte angeblich über seine Blumenbeobachtungen Kirche und Schulamt, legte dasselbe nieder und lebte in Berlin als Sprachlehrer, woselbst er 7. April 1816 starb. Sein erst durch Darwin der Vergessenheit entrissenes, für die Wechselbeziehungen der Blumen und Insekten grundlegendes Werk: „Das entdeckte Geheimniß der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen" (Berlin 1793) war so selten geworden, daß Knuth eine neue Auflage (Leipzig 1894) veranstaltete, nachdem schon eine Facsimile-Ausgabe in anastatischem Druck (Berlin 1893) erschienen war.

gaben Professor Schelver in Heidelberg (1812) und Docent Henschel in Breslau (1820) dicke Bücher in Druck, durch welche sie die Lehre von der Sexualität der Pflanzen zu widerlegen suchten, ja diese anachronistischen Zweifel wurden durch Girou bis 1830 und von Ramisch bis 1837 fortgesponnen, bis der jüngere Gärtner (Seite 591) durch unzählige erfolgreiche Bastardirungsversuche 1844 diesen mißverständlichen Bestrebungen den Boden entzog. Aber der eigentliche Befruchtungsweg blieb lange verborgen. Die Botaniker des vorigen Jahrhunderts hatten geglaubt, daß der Blüthenstaub selbst oder ein von ihm ausgeschwitztes Oel durch den Griffel hinab in den Fruchtknoten und die daselbst befindlichen Samenknospen eindringe, bis Amici 1823 zufällig wahrnahm, daß aus dem Pollenkorn ein Schlauch hervorwächst, dessen Hinabdringen durch den Griffel bis zur Samenknospe und Eintritt durch die Mikropyle derselben (vgl. S. 607) er jedoch erst 1830 sah. Schleiden verfolgte diese Untersuchung 1837 weiter, glaubte aber zu sehen, daß der Embryo der jungen Pflanze, d. h. die Samenanlage, in der Spitze des Pollenschlauchs entstünde, der zugleich anschwelle und eigentlich in der Samenknospe nur ein geeignetes Nest finde. Amici bewies aber 1842 und 1846 die Falschheit dieser Auffassung, indem er zeigte, daß sich in der Samenknospe schon vor dem Eindringen des Pollenschlauchs, im sog. Embryosack ein Keimbläschen ausbildet, welches durch den Zutritt des Pollenschlauches zur weitern Entwicklung und zur Ausbildung des Embryos angeregt wird. Sofern die Staubfäden der Blumen und ihr Pollen seit fast 200 Jahren ja fast seit dem Alterthum als die befruchtenden männlichen Organe der Pflanzen bekannt waren, nahm Schleiden, der grob seine Ansicht vertheidigte, hier nochmals eine ähnliche Stellung ein, wie die Animalkulisten des achtzehnten Jahrhunderts, welche die thierischen Samenfäden (Spermatozoiden) wegen ihrer Gestalt und lebhaften Bewegungen für die präformirten Keime ansehen wollten, die bei der Mutter nur ein warmes Nest zur Entwicklung fänden. Es entbrannte ein lebhafter Krieg um diese Frage, in welchem die hohe Autorität Schleidens durch die ausgezeichneten Botaniker Mohl, Hofmeister und Tulasne angegriffen wurde, welche auf Amicis Seite traten, während Schleidens Ansicht noch in

Amici, Giovanni, Battista. Geb. 25. März 1786 in Modena, Prof. der Astronomie und Direktor der Sternwarte in Florenz, machte sich um Verbesserung der Mikroskope und Fernrohre sehr verdient und starb 10. April 1863 in Florenz.

Tulasne, Louis, René. Geb. 12. September 1815 in Azay-le-Rideau, Professor am Museum für Naturgeschichte in Paris, bearbeitete zunächst mehrere Phanerogamenfamilien und widmete sich in Gemeinschaft mit seinem Bruder Carl T. der Pilzforschung, wobei sie besonders die Pleomorphie der Fruktifikations-Organe und den Generationswechsel der Schmarotzerpilze studirten. Er starb 22. December 1885 in Hyères.

einer gekrönten Preisschrift Schachts (1850) vertheidigt wurde, bis Radlkofer (1856) den Beweis und das Zugeständniß brachte, daß sein Meister sich geirrt habe. Erst in den letzten Jahren haben Nawaschin und Guignard erwiesen, daß bei den höheren Pflanzen sogar in den meisten Fällen eine Art Doppelbefruchtung erfolgt, sofern von den beiden spermatozoiden-ähnlichen Kernen des Pollenschlauchs, der eine mit dem Eikerne verschmilzt, aus welchem der Embryo entsteht, der andere sich mit einem der Polkerne vereinigt, und einen zweiten Embryosack erzeugt, in welchem das Samen-Eiweiß (Endosperm vgl. S. 607) gebildet wird.

Während aber alle Zweifel an der Geschlechtlichkeit der Blüthen-Pflanzen (Phanerogamen), um die Mitte des XIX. Jahrhunderts beseitigt waren, bestanden dieselben bezüglich der Kryptogamen (Algen, Pilze, Flechten, Moose und Farne) noch einige Zeit fort. Zwar hatten Schmidel und Hedwig schon im vorigen Jahrhundert bei den Moosen Organe entdeckt, von denen sie das eine (Archegonium) wegen seiner Formähnlichkeit mit dem Fruchtknoten der höheren Pflanzen, das andere (Antheridangium) mit dem Staubfaden verglichen, aber diese richtige Erkenntniß wurde nicht bewiesen, und die Mikroskopie war damals noch lange nicht so weit vorgeschritten, um den Vorgang der Befruchtung verfolgen zu können. Andrerseits waren früh (1803) wieder Vorstufen der Sexualität durch Vaucher an Algen wahrgenommen worden, bei denen zwei gewöhnliche Zellen sich aneinanderlegen und ihren Inhalt verschmelzen lassen, worauf sich die Mischzelle zu einem neuen Individuum entwickelt. Man sieht jetzt in solchen Verschmelzungen gleichartiger Zellen (Conjugation), die später als häufige Vorgänge bei gewissen Faden-Algen (Conjugaten) erkannt wurden, eine Vorstufe geschlechtlicher Erzeugung.

Auch hatte Nees von Esenbeck schon 1822 die männlichen Samenfäden (Spermatozoiden) des Torfmooses (Sphagnum), Bischoff 1828 diejenigen der Armleuchtergewächse oder Characeen

Schacht, Hermann. Geb. 15. Juli 1814 in Ochsenwärder, studirte in Jena, wurde Schleidens Assistent bis 1851, bereiste 1856/57 Madeira, wurde 1860 Professor in Bonn, wo er 20. August 1864 starb. Er schrieb: „Das Mikroskop und seine Anwendung" (Berlin 1851, 3. Aufl. 1862). „Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse" (1856–59, 2 Bde.). „Der Baum" (1853, 2. Aufl 1860).

Radlkofer, Ludwig. Geb. 19. Dezember 1829 in München, studirte dort seit 1878 Medizin, später in Jena Botanik, bekam 1859 eine Professur in München. Er schrieb: „Die Befruchtung der Phanerogamen" (Leipzig 1856), ferner über Parthenogenesis Proteïnkrystalle und über die Sapindaceen.

Vaucher, Johann, Peter. Prediger in Genf, der Lehrer und Freund des ältern Decandolle, hatte seine der Zeit weit voraneilende „Histoire des conferves d'eau douce" 1803 veröffentlicht und starb 1841 in Genf.

Bischoff, Gottlieb, Wilhelm. Geb. 1797 in Dürckheim a. d. H. studirte seit 1821 in Erlangen Botanik, wurde 1833 Professor in Heidelberg und



wahrgenommen; sie hielten dieselben aber ihrer freien Beweglichkeit wegen für Infusorien, bis Unger, der sich anfangs dieser Ansicht angeschlossen hatte, sie 1837 als männliche Befruchtungsorgane in Anspruch nahm und ihre Aehnlichkeit mit thierischen Samenfäden erkannte. Dann entdeckte Nägeli entsprechende Gebilde an dem bisher für ein Keimblatt (Cotyledon) gehaltenen Vorkeim (Prothallium) der Farnkräuter (1844) und bald darauf auch in den kleinen Sporen (Mikrosporen) des Pillenfarns (Pilularia), welche man früher für Pollenkörner gehalten hatte. Ein helleres Licht in diese Angelegenheit kam erst durch die Entdeckung des Grafen Leszczyc-Suminsky (1848), der an dem eben erwähnten Vorkeim der Farnkräuter außer den männlichen Antheridien auch weibliche Organe (Archegonien) erkannte, in deren Innerem nach geschehener Befruchtung der Embryo der jungen Farnpflanze entsteht. Der Befruchtungsakt wurde dann durch Untersuchungen von Hofmeister und Mettenius gleich darauf als auf diesem unschein-

später Direktor des dortigen botanischen Gartens und starb daselbst 1. September 1854. Er lieferte verschiedene Arbeiten über Moose, Characeen und Gefäßkryptogamen und schrieb mehrere botanische Lehr- und Handbücher.

Unger, Franz. Geb. 30. November 1800 auf Gut Amthof bei Leutschach (Steiermark), studirte in Graz, Wien und Prag erst die Rechte, dann Medicin, praktizirte längere Zeit als Arzt, ward 1836 Professor der Botanik in Graz, 1850 für Pflanzenphysiologie in Wien, lebte seit 1866 im Ruhestand bei Graz und starb dort am 13. Februar 1870. Während er in früheren Jahren werthvolle Arbeiten über die verschiedensten Gebiete der Pflanzenphysiologie und -Anatomie veröffentlicht hatte, beschäftigte er sich seit 1840 vorwiegend mit den Pflanzen der Vorwelt, lieferte darüber gehaltreiche Monographien und Bilderwerke und erforschte botanisch Griechenland, die jonischen Inseln und Cypern. Von seinen Werken drangen in weitere Kreise: „Die Urwelt" (Wien 1851, 3. Aufl. 1864). „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt" (das. 1852). Vgl. Reyer, „Leben und Wirken des Naturhistorikers Franz U." (Graz 1871).

Hofmeister, Wilhelm. Geb. 18. Mai 1824 in Leipzig, ward Buchhändler, beschäftigte sich aber bald so erfolgreich mit botanischen Untersuchungen, besonders über die bis dahin dunkle Entwicklungsgeschichte der höhern Kryptogamen und Coniferen (wodurch der Zusammenhang zwischen diesen bisher unvereinbar erscheinenden Gruppen hergestellt und das natürliche System zum Abschluß gebracht werden konnte), daß er 1863 als Professor der Botanik nach Heidelberg, 1872 nach Tübingen berufen wurde. Er starb 12. Januar 1877 in Lindenau bei Leipzig. Hauptarbeiten: „Ueber den Vorgang der geschlechtlichen Befruchtung der Phanerogamen" (Leipzig 1847). „Die Entstehung des Embryos der Phanerogamen" (Leipzig 1849). „Vergleichende Untersuchungen höherer Kryptogamen und der Coniferen" (Leipzig 1851). „Allgemeine Morphologie der Gewächse" (Leipzig 1867—68).

Mettenius, Georg, Heinrich. Geb. 24. November 1823 in Frankfurt a. M., arbeitete über Farnkräuter und starb 18. August 1866 als Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in Leipzig.

baren, mitunter in der Erde verborgenen Vorkeim verlaufend, an Farnkräutern, wie an den zierlichen Bärlappgewächsen (Selaginella-Arten), die man unter dem falschen Namen Moos in Töpfen für das Zimmer und in Gewächshäusern zieht, verfolgt.

Weitere Untersuchungen, die namentlich an höheren Algen angestellt wurden, bei denen Thuret 1845 und Nägeli 1846 ganz ähnliche männliche und weibliche Organe entdeckt hatten, worauf Thuret 1854 an dem gemeinen Blasentang (Fucus vesiculosus) den Befruchtungsvorgang genau verfolgte und sogar Bastarde erzeugte, ergaben, daß auch hier die großen Eizellen von sehr kleinen im Wasser ausschwärmenden, wie Thiere mit Wimpern versehenen Samenzellen (Spermatozoiden) befruchtet werden müssen, um die Keimung einzuleiten. Die eigentliche Vereinigung und Auflösung der Samenzelle in der Eizelle beobachtete erst Pringsheim (1856) bei einer gemeinen Süßwasseralge (Oedogonium). Bei den Pilzen, welche man in neuerer Anschauung als herabgekommene, dem Schmarotzerleben verfallene Algen-Abkömmlinge betrachtet, scheint vielfach die geschlechtliche Fortpflanzung vollständig verloren gegangen und durch mannigfache Formen von ungeschlechtlicher Vermehrung ersetzt zu sein, doch bestehen darüber noch Meinungs-Verschiedenheiten.

War nun damit eine allgemeine Uebereinstimmung der Befruchtungsvorgänge durch das gesammte Pflanzenreich bekannt geworden, die mit denjenigen im Thierreich die größte Aehnlichkeit darboten, so erwiesen sich die der ersten Ausbildung der jungen Pflanze folgenden Schritte bei Kryptogamen und Phanerogamen ganz verschieden. Bei den höheren Pflanzen, die man darnach als Samenpflanzen bezeichnet, wächst der Embryo nach der Befruchtung nur zu einem kleinen Keimling aus, der dann im Samen einem Ruhezustand verfällt, aus dem er noch nach Jahren, wenn man ihn in feuchte warme Erde verpflanzt, erweckt werden kann und erst dann vollständig zu einer neuen Pflanze aufwächst. Bei

Thuret, Gustave. Geb. 23. Mai 1817 in Paris, gest. 10. Mai 1875, machte seine Entdeckungen über die Befruchtung der höhern Algen (Fucoideen) gemeinsam mit Joseph Decaisne, geb. 18. März 1807 in Brüssel, gest. 8. Februar 1882 als Professor der Botanik in Paris.

Pringsheim, Nathanael. Geb. 30. November 1830 zu Wziesko (Oberschlesien), studirte in Breslau, Leipzig, Berlin und Paris Medicin und Naturwissenschaften, habilitirte sich 1851 als Botaniker in Berlin, wurde 1856 auf Grund seiner Arbeiten über die Pflanzenzelle und Befruchtung der Algen zum Mitgliede der Akademie ernannt, ging 1864 nach Jena und gründete dort ein Institut für Pflanzenphysiologie, wie sie später an den meisten Universitäten eingerichtet wurden. Seit 1868 lebte er wieder in Berlin und starb daselbst 6. Oktober 1894. Außer seinen Entdeckungen über die Sexualität der niedern Pflanzen lieferte er eindringende Untersuchungen über die Rolle des Blattgrüns in der Pflanze und gab seit 1857 Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik heraus.

den niedern Pflanzen dagegen findet eine Verschiebung der Ruheperiode statt, die hier vielmehr den Sporen zufällt, die einen von den Samen der höheren Pflanzen ganz verschiedenen Zustand darstellen. Es sind dies vielmehr ungeschlechtlich entstehende Knospen, die noch nach lange zu verlängernder Ruhe, beim Aussäen, ähnlich wie beim Generationswechsel der Thiere (vgl. S. 633) zu einer ungeschlechtlich entstehenden Pflanze, dem schon erwähnten Vorkeim der Farne und Moose auswachsen, die dann erst getrennte Geschlechtsorgane ausbildet, aus denen nach geschehener Befruchtung die junge Pflanze ohne Unterbrechung heranwächst. Aber auch hierbei finden noch Verschiebungen dessen, was man als die vegetative Periode der Pflanze bezeichnet, statt. Hofmeister zog schon 1849 aus seinen Beobachtungen den Schluß, der Vorkeim der farnartigen Gewächse, der in manchen Fällen ein unter der Erde bleibendes Knöllchen, in andern ein kleines grünes, der Erde flach angedrücktes Blättchen darstellt, welches auf der Unterseite die Befruchtungsorgane trägt, so daß die Spermatozoiden nach dem Regen schwimmend das Archegonium erreichen können, sei morphologisch gleichbedeutend mit der blättertragenden Moospflanze, ein beblättertes Farnkraut oder Bärlappgewächs dagegen mit der urnenförmigen Moosfrucht, die meist von einem längeren Stiel getragen wird, gleichzusetzen. Zugleich legte Hofmeister in seinen „Vergleichenden Untersuchungen" (1851) dar, daß die Nacktsamer oder Gymnospermen, zu denen in der heutigen Lebewelt die Nadelhölzer (Coniferen), Cycadeen oder Sagopalmen und Gnetaceen gehören, im Bau ihrer Befruchtungsorgane einen Uebergangszustand zwischen farnartigen Gewächsen (einschließlich der Bärlappe und Schachtelhalme) und blühenden Pflanzen oder Bedecktsamern (Angiospermen) darstellen, sofern ihre nackte Samenknospe ganz den Bau des Archegoniums der höheren Kryptogamen zeigt, während sie sich auf der andern Seite durch Ausbildung wirklicher Samen eng an die eigentlichen Samenpflanzen, namentlich an die Kätzchenbäume anschließen. Diese Mittel- und Uebergangsstellung, der schon Brongniart in seinem System (vgl. S. 609) Ausdruck gegeben, ist noch enger geworden, seitdem gegen Ende des Jahrhunderts (1898) zwei japanische Botaniker, die in Deutschland ihre Studien gemacht haben, Hirase und Ikeno, bei Coniferen und Cycadeen die Ausbildung echter Spermatozoiden, die denen der Kryptogamen durchaus gleichen, im Pollenschlauch entdeckten.

Wir haben also, wenn wir hier, um das Thema zum Abschluß zu bringen, der historischen Entwicklung vorgreifen, eine Fortbildung der niedern Pflanzen mit Sporenruhe, die keine eigentlichen Früchte und Samen hervorbringen, zu Samenpflanzen als eigentliche Stufenfolge von niedern zu höhern Pflanzen zu erkennen. Die Samenpflanzen, bei denen die jungen Pflanzen schon auf der Mutterpflanze entstehen, lassen sich in eine gewisse Parallele zu den höchsten Thieren, den Säugethieren bringen, bei denen ebenfalls das

junge Thier mit der Mutter in einem längeren Zusammenhange bleibt, als bei den meisten niederen Thieren. Das Erscheinen der ältesten, unsern Gymnospermen nahe verwandten Samenpflanzen, die man auch als Ursamenpflanzen (Archispermen) bezeichnet hat, reicht in der Geschichte des Erdballs sehr weit zurück, denn man findet ihre Reste bereits in den Steinkohlenschichten, denen höhere Blüthenpflanzen (Angiospermen) noch vollkommen abgehen.

Die Entwicklung der Physiologie.

Die Wissenschaft vom Leben (Physiologie) hatte im XVIII. Jahrhundert bereits ganz achtbare Ansätze aufzuweisen, die aber größtentheils nur dem Verständnisse des Pflanzenlebens zu Gute kamen. Der englische Geistliche Stephan Hales (1677—1761) hatte die von den Wurzeln aufgesogenen und die von den Blättern verdampften Wassermengen gewogen und die Kraft, mit welcher das Aufsteigen des Saftes im Stamm erfolgt, bestimmt, Du Hamel de Monceau (1700—1781) dieses Wissensgebiet in seiner Physique des arbres (1758) noch etwas erweitert. Die Ernährungslehre gewann aber erst Baugrund, nachdem Priestley 1774 den Sauerstoff entdeckt und Lavoisier 1777 die Athmung der Thiere als einen langsamen Verbrennungsprozeß erkannt hatte, welchen die Lebensluft bewirkt und dabei, wie bei jeder Verbrennung Wärme, die thierische Eigenwärme erzeugt. Der niederländische Arzt Jan Ingen-Houß (1730 bis 1799) hatte schon 1779 entdeckt, daß alle Pflanzen unaufhörlich kohlensaures Gas, wie die Thiere, aushauchen, daß aber die grünen Blätter und Schößlinge im Sonnenschein und Tageslichte umgekehrt Sauerstoff aushauchen und Kohlensäure binden. In seiner 1796 erschienenen, zwei Jahre darauf in der deutschen Ausgabe von Humboldt eingeleiteten Schrift „über die Ernährung der Pflanzen und die Bodenfruchtbarkeit", deutete er seine Beobachtungen im Sinne der Lavoisier'schen Entdeckung und zeigte klar, daß er die Kohlensäure-Aufnahme und Zersetzung in den beleuchteten grünen Theilen, also die Kohlenstoff-Aufnahme aus der Luft, klar von der Athmung unterschied, die sich nur im Dunklen durch Kohlensäure-Ausscheidung deutlicher bemerkbar macht. Die Untersuchungen zweier Genfer, des Pastors Jean Senebier und Th. de Saussures machten

Senebier, Jean. Geb. 6. Mai 1746 in Genf, studirte Theologie und wirkte erst als Prediger, später auch noch als Oberbibliothekar in seiner Vaterstadt und starb 22. Juli 1809 daselbst. Er füllte bereits 5 Bände mit einer allerdings sehr weitschweifig dargestellten „Physiologie végétable" (Genf 1782—88).

Saussure, Nicolas, Théodore de, Sohn des Alpenforschers und ersten

es noch deutlicher, daß die Hauptmenge des Kohlenstoffs, die der Pflanzenkörper zum Aufbau gebraucht, aus der Atmosphäre stammt, daß sich also Thier- und Pflanzenleben in den Bedürfnissen, die sie an die Atmosphäre stellen, gegenseitig ergänzen: Die Thiere hauchen Kohlensäure aus und athmen Sauerstoff ein, die Pflanzen entbinden mehr Sauerstoff, als sie zur Athmung brauchen, und assimiliren mehr Kohlensäure, als sie ausathmen. Auch daß die Pflanzen den Stickstoff nicht der Luft, sondern dem Boden entnehmen und daß sie sich ebenso durch die Wurzeln mineralische Baustoffe verschaffen, zeigte Saussure bereits, und Senebier hatte sogar um die Wende des Jahrhunderts die über die Luftwärme beträchtlich hinausgehende Eigenwärme der Blüthenkolben des Aronstabes (Arum) bereits mit dem Thermometer verfolgt und die Vermuthung ausgesprochen, daß sie von einer erhöhten Sauerstoff-Athmung herrühre.

Diesen Untersuchungen über Ernährung und Athmung der Pflanzen schloß sich würdig der von Knight 1806 erbrachte Nachweis an, daß der senkrechte Wuchs des Stammes und der Hauptwurzel in entgegengesetzter Richtung durch die Schwerkraft verursacht wird, so daß bei jungen Keimlingen an der Peripherie eines schnell bewegten Rades, die Keimwurzeln in der Richtung der Centrifugalkraft, die Stengel in centripetaler Richtung wachsen. Dieser Entdeckung dessen, was wir heute als positiven und negativen Geotropismus bezeichnen, folgte 1811 Knights Entdeckung des Hydrotropismus, indem er zeigte, daß die Wurzeln durch feuchte Erde von ihrem senkrechten Wachsthum abgelenkt werden und 1812 die eines negativen Heliotropismus der Ranken des Weinstocks und sogenannten wilden Weins (Ampelopsis), die sich von der Lichtquelle wegwenden; die Abhängigkeit des Pflanzenlebens von chemischen und physikalischen Kräften war also im Anfange des XIX. Jahrhunderts mehrseitig dargethan.

Wenn die Abhängigkeit des Thierlebens von den chemischen und physikalischen Kräften nicht so schnell erkannt und anerkannt wurde, so war daran die alte Vorstellung von einer besonderen Lebenskraft (vis vitalis), oder von den Lebensgeistern (spiritus vitales), schuld, welche diese Kräfte im Organismus meistern und z. B. verhindern sollten, daß die chemischen Kräfte, die nach dem Tode in der Fäulniß sofort ihr Spiel beginnen, dies schon im lebenden Körper thun. „Die innere Kraft, welche den chemischen Verwandtschaften Fesseln anlegt und verhindert, daß die Elementarstoffe im Körper sich frei vereinigen, nennen wir Lebenskraft", schrieb Humboldt in seiner Flora Fribergensis subterranea (1793) und führte den Gedanken

Montblancbesteigers Horace, Benedict de S. Geb. 14. October 1767 in Genf und daselbst 18. April 1845 verstorben. Hauptwerk: „Recherches chimiques sur la végétation" (Paris 1804, deutsch von Voigt, Leipzig 1805).

Knight, Thomas, Andrew. Geb. 1758 zu Wormsley-Grange bei Herford, gest. als Präsident der Horticultural society 1838 zu London.

in Schillers Horen (1795) in dem schönen Dialoge vom „rhodischen Genius“ aus, der mit der lodernden Fackel und dem Schmetterlinge als Seelensymbol auf der Schulter gemalt, eine Schaar von Jünglingen und Mädchen in Schranken hält, die sehnend die Arme nach einander ausstrecken (die chemischen Kräfte), aber sich erst auf dem Gegenstück vereinigen durften, welches den Genius mit gesenktem Haupte, umgekehrter Fackel und ohne Schmetterling, der entflohen war, darstellte.

Es gab ja so vieles, was die Aufstellung der Herrschaft einer solchen Oberkraft im lebenden Körper, deren Annahme die Naturforscher noch bis zur Mitte des XIX. Jahrhunderts in Bann hielt, zu rechtfertigen schien. Da sah man im thierischen Magen freie Salzsäure und in anderen Organen alkalische Stoffe auftreten, man sah die Magenwände und Wurzelhäute eine Auswahl der aus der Speise oder aus dem Erdboden aufzunehmenden Stoffe treffen, man sah im lebenden Körper besondere Verbindungen entstehen, deren künstliche Darstellung den geschicktesten Chemikern im Laboratorium nicht gelingen wollte, man konnte den Gegner solcher Sonderkräfte mit der einfachen Frage mundtodt machen: warum verdaut der Magen, der alles Genießbare verdaut, nicht auch sich selbst? Der Thätigkeit chemischer und physikalischer Kräfte im lebenden Körper nachzuspüren, schien somit zwecklos, da sie hier doch anders als draußen wirken sollten, und das schreckte die Forscher ab. Einen schweren Schlag erhielt aber diese Auffassung von der Gebundenheit der chemischen Stoffe im lebenden Körper 1828 durch Wöhlers Entdeckung, daß man eine sonst nur im thierischen Körper entstehende Verbindung, den Harnstoff, durch einfaches Erhitzen von cyansaurem Ammoniak im Tiegel erhalten kann. Indessen handelte es sich beim Harnstoff schließlich nur um einen Abfallstoff, den der Körper ausscheidet, und zu der künstlichen Darstellung von Verbindungen, die im lebenden Körper entstehen und eine Rolle als aufbauende oder Nährstoffe spielen, wie der Zuckerarten oder der eiweißartigen Stoffe war damals noch keine Aussicht.

Aber schon die ersten tappenden Versuche, den physikalischen Kräften im lebenden Körper nachzuspüren, führten zu überraschenden Einblicken. Man hatte den pflanzlichen und thierischen Membranen besondere Lebenskräfte für die Aufnahme einzelner und die Zurückweisung anderer Stoffe zugeschrieben, als dann aber Dutrochet in dem

Dutrochet, René, Joaquime, Henri. Geb. 14. November 1776 zu Néon in Poitou, promovirte 1806, nachdem seine Familie in der Revolution ihr Vermögen verloren hatte, in Paris als Arzt, machte den spanischen Feldzug als Militärarzt mit, wurde auf Grund seiner physiologischen Forschungen 1819 correspondirendes, 1831 ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Paris, wo er 4. Februar 1847 starb. „Nouvelles recherches sur l'endosmose et l'exosmose“ (1828). „Mémoires pour servire à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux“ (1837, 2 Bände).

Jahrzehnt von 1828—1837 diesen Durchdringungs- (Diffusions-) Erscheinungen, der sogenannten Osmose seine besondere Aufmerksamkeit zuwendete, fand sich, daß nicht nur todte Häute dieselben Wirkungen äußern, sondern auch Scheidewände von Papier, Thonplatten u. s. w. Und doch sah man die Anziehungskraft, welche in solchen Häuten eingeschlossene konzentrirtere Säfte, auf außen befindliche Feuchtigkeit ausüben, besondere Lebensvorgänge auslösen, z. B. das Zerplatzen von Samenbeuteln, Sporen u. s. w., weil das hineingesogene Wasser dort nun einen Druck ausübt, der auf die Wände wirkt und in anderen Fällen (wie bei dem Saftsteigen) die vermehrte Flüssigkeit veranlaßt, durch die porösen Wandungen der angefüllten Räume auszutreten. Die ursprüngliche Annahme, daß dabei eine Art Austausch des Inhalts stattfinden müsse (Endosmose und Exosmose), welcher für den ausgeübten Druck als Ursache in Anspruch genommen werden könnte, erwies sich auch nicht als stichhaltig, es blieb schließlich nur ein Lebensvorgang übrig, der durch eine physikalische Ursache in Thätigkeit gesetzt wurde.

Diese ersten Erfolge machten den Forschern Muth, trotz ihres unerschütterten Glaubens an die Herrschaft der Lebenskraft den biochemischen und biophysikalischen Problemen näher zu treten. Die Gebrüder Weber errangen mit ihren Untersuchungen der Blutbewegung, der Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge (1836) und der Muskelthätigkeit große Erfolge; sie konnten zeigen, daß der Luftdruck dazu mitwirkt, die Oberschenkelknochen in ihren Gelenkpfannen zu tragen, während Auge und Ohr sich bis zu dem Grade als feine physikalische Instrumente erwiesen, daß spätere Autoren zu dem Ueberschwang kamen, viele unserer Werkzeuge und physikalischen Instrumente, wie z. B. die Camera obskura der Photographen als Organ-Projektionen zu bezeichnen, obwohl sie immerhin die physikalischen Kräfte nicht so vollkommen auszunützen im Stande seien, wie die physikalischen Apparate des thierischen Leibes. Die größten Fortschritte in der Physiologie der Sinne waren zunächst den Arbeiten von Johannes Müller zu verdanken, der auch die Nervenphysik energisch in Angriff nahm. Er verschaffte insbesondere dem Bell'schen Gesetz, daß die bewegenden (motorischen) und die empfindenden (sensibeln)

Weber, Ernst, Heinrich. Geb. 24. Juni 1795 in Wittenberg, gest. 26. Januar 1878 in Leipzig, studirte gemeinsam mit seinem jüngern Bruder Eduard Friedrich W. (geb. 10. März 1806 in Wittenberg, gest. 18. Mai 1871 in Leipzig), der ebenfalls Medicin studirte und nach längerer ärztlicher Thätigkeit Prosektor in Leipzig wurde, während er selbst seit 1818 daselbst vergleichende Anatomie lehrte, die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge, die Blut- und Muskelbewegung und viele andere Probleme, wobei manchmal auch der dritte Bruder, der berühmte Physiker Wilhelm Weber Antheil nahm.

Bell, Charles. Geb. 1774 in Edinburg, studirte daselbst Medicin, erwarb sich den Ruf eines ausgezeichneten Wundarztes und Operateurs, lehrte seit 1806 an Hunters medicinischer Schule, erhielt 1828 eine Professur an der

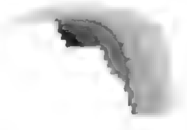
Nervenfasern, obwohl in gemeinsamen Bündeln verlaufend, doch getrennt, mit doppelter Wurzel in das Rückenmark eintreten, die gebührende Beachtung, erweiterte die Kenntniß der vom Rückenmark ausgelösten und daher auch bei geköpften Thieren erfolgenden Reflexbewegungen, und entdeckte das Gesetz der spezifischen Energieen der Sinnesnerven, die jeden Eindruck, den sie unterwegs empfangen, nur als Empfindung ihrer Sphäre, z. B. Gesichts- oder Gehörsempfindung, vermitteln.

Die Nerven- und Muskelphysik wurde dann im besondern durch seinen Schüler Du Bois-Reymond ausgebaut, welcher die Rolle der elektrischen Ströme in den Muskeln nicht blos der elektrischen Fische (deren Organe als umgewandelte Muskeln erkannt wurden), sondern bei Thieren aller Klassen studirt hatte und ein vollkommnes System der Elektrophysiologie aufbaute, sowie durch Purkinje, der auch die automatische Flimmerbewegung in den Schleimhäuten erkannte, durch welche allerlei Transportbewegungen in den Organen vermittelt werden. Vom Müller'schen physiologischen Laboratorium erfuhr auch das Verständniß der Verdauungsvorgänge eine wesentliche Förderung. Hier entdeckte Schwann das Pepsin und durch künstlich angelegte Fisteln wurden die chemischen Prozesse im Magen experimentell verfolgt. Was Brücke, Ludwig und andere Physiologen, namentlich auch die der französischen Schule, in dieser Richtung geleistet, ist kaum im Einzelnen flüchtig anzudeuten. Brücke, der auch eine lehrreiche Arbeit

Londoner Universität und starb, 1836 nach Edinburg als Professor der Chirurgie zurückgekehrt, dort am 28. April 1842.

Purkinje, Johannes, Evangelista. Geb. 17. Dezember 1787 bei Leitmeritz in Böhmen, wurde Mönch, trat aber kurz vor Empfang der Weihen 1808 aus dem geistlichen Stande aus, studirte in Prag erst Philosophie und dann Medizin, erregte durch seine Dissertation „Zur Physiologie des Sehens" Goethes Aufmerksamkeit, erhielt durch dessen Verwendung 1823 in Breslau die Professur der Physiologie, begründete dort 1839 das erste physiologische Laboratorium und kehrte 1850 nach Prag zurück, wo er 28. Juli 1869 starb. Er verbesserte die mikroskopische Technik durch Einführung des Mikrotoms und des Canada-Balsams zur Einbettung der Präparate, führte den Projektions-Apparat (Laterna magica) für die Demonstration mikroskopischer Präparate im Unterricht ein und machte zahlreiche anatomische und physiologische Entdeckungen.

Brücke, Ernst, Wilhelm, Ritter von. Geb. 6. Juni 1819 in Berlin, studirte seit 1838 in Berlin und Heidelberg Medicin, wurde 1851 Assistent und Prosektor am Berliner Museum für vergleichende Anatomie, 1846 Anatomielehrer an der Kunstakademie, ging 1848 als Professor der Physiologie nach Königsberg und 1849 nach Wien, wo er am 7. Januar 1892 verstarb. Neben seinen zahlreichen Einzelnarbeiten, zu denen neben den Arbeiten über Verdauungs- und Kreislaufsorgane auch die Ermittlung der „chromatischen Funktion" beim Farbenwechsel des Chamäleons gehörte, schrieb er „Vorlesungen über Physiologie" (4. Aufl. Wien 1887, 2 Bde.) eine bahnbrechende „Physiologie und



über die Bewegungen der Sinnpflanzen geliefert hat, studirte den Gesichtssinn, den Kreislauf des Blutes und die Verdauungsvorgänge. Ludwig erfand unter andern den Pulsmesser (Kymographion), mit welchem die Druckschwankungen im Blutgefäßsystem gemessen und die graphische Methode (Selbstregistrirung der Erscheinungen) in die physiologischen Laboratorien eingeführt wurde.

Für Frankreich war Magendie der Begründer der experimentellen Physiologie geworden; sein Schüler Claude Bernard führte seine Forschungen erfolgreich weiter; er studirte, wie Ludwig, die Einwirkung der Nerven auf Verdauung, Athmungsprozeß und Blutumlauf, analysirte die Thätigkeit der einzelnen Verdauungssäfte, vom Mundspeichel an bis zu den Magen- und Darmsäften, sowie den verseifenden Fermenten der Bauchspeicheldrüse, entdeckte die Zucker bildende Thätigkeit der Leber und die künstliche Hervorrufung der Harnruhr durch Verletzung des vierten Hirnventrikels (Zuckerstich). Die chemische Physiologie der Verdauungs- und Stoffwechsel-Erscheinungen erhielt dann durch Liebig, der auch der Pflanzenphysiologie und Agrikulturchemie eine feste Grundlage gab, eine intensive Förderung.

Systematik der Sprachlaute" (das. 1856 und 76), eine „Physiologie der Farben für das Kunstgewerbe" (Leipzig 1866, 2. Aufl. 1887) und „Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt". (Wien 1891).

Ludwig, Karl, Friedrich, Wilhelm. Geb. 29. Dezember 1816 zu Witzenhausen (Hessen), studirte in Marburg und Erlangen, wurde 1842 Privatdozent, 1846 Professor der vergleichenden Anatomie in Marburg, ging 1849 nach Zürich, 1855 nach Wien und 1865 nach Leipzig, wo er 24. April 1895 starb. An den letzteren Orten hatte er bereits die Physiologie zu seinem Hauptfach gemacht, die Spannung der Blutgase, den Stoffwechsel im ruhenden und thätigen Muskel, die Thätigkeit des vasomotorischen Centrums u. s. w. untersucht und den direkten Nerveneinfluß auf die Drüsen der Absonderungsorgane entdeckt. Sein Hauptwerk ist das „Lehrbuch der Physiologie des Menschen" (Leipzig 1852 bis 56, 2 Bde., 2. Aufl. 1861).

Magendie, François. Geb. 15. October 1783 in Bordeaux, studirte in Paris, ward Arzt am Hotel de Dieu, 1831 Professor am Collège de France, widmete neben der experimentellen Thierphysiologie, als deren ersten Begründer man ihn ansehen darf, auch pathologischen Forschungen seine Arbeit und starb 7. October 1855 in Sannois bei Paris. Seine „Elementar-Physiologie" erschien bereits 1816 (deutsch in 3. Aufl. 2. Bde. 1836). „Leçons sur les phénomènes de la vie" (Paris 1836—38. 4 Bde., deutsch 1837, 2 Bde.). Vgl. Cl. Bernard, Fr. M. Paris 1856.

Bernard, Claude. Geb. 12. Juli 1813 in St. Julien bei Villefranche, studirte in Paris Medicin, wurde 1854 Professor an der Universität, unter Napoleon III. Senator und starb 10. Februar 1878 in Paris. Von seinen zahlreichen Schriften sind die „Leçons de physiologie expérimentale appiquée à la médecine" (Paris 2. Aufl. 1865) und „La science expérimentale" (3. Aufl. 1890) hervorzuheben. Vgl. Malloizel, l'oeuvre de Claude B. (Paris 1881).

die Stoffaufnahme und Stoffausscheidung des lebenden Körpers wurden nun mit der Wage in der Hand geprüft und gemessen; was Pettenkofer und Voit durch wohlerdachte Apparate, Pflüger durch seine Erfindung der Quecksilber-Gaspumpe u. a. zur Vollendung dieser Methoden beitrugen, gehört mehr in das Gebiet der reinen Chemie, denn der organische Körper erscheint in ihnen fast selber wie ein chemisches Laboratorium, in welchem eine Menge Umwandlungsprozesse und synthetischer Arbeiten vorgenommen werden, um den Lebensprozessen die stoffliche Nahrung zu bieten.

Dabei wurde nun die Entdeckung und Begründung des Gesetzes von der Erhaltung der Kraft durch Robert Mayer und Helmholtz zum eigentlichen Leitstern der Entdeckungsfahrten; der mit Unrecht Lavoisier zugeschriebene Satz: Rien ne se perd et rien ne se crée, mußte sich auch am lebenden Körper bewähren, die gebildete Wärme und geleistete Arbeit der Zersetzung bestimmter Mengen von Verbrauchsstoffen entsprechen. Die Nahrungsstoffe wurden nun nach ihrem Verbrennungswerth klassifizirt, die Wärmebilanz im Körper festgestellt, indem man die Wärmeabgabe im Kalorimeter bestimmte. Helmholtz entdeckte dazu die Wärmebildung bei der Muskelthätigkeit, er zeigte, daß sich die Nerventhätigkeit den physikalischen Kräften in soweit annähert, daß sich ihre Leitungsgeschwindigkeit mit dem Chronoskop messen läßt, er vollendete mit nie übertroffenem Scharfsinn in seiner „Physiologischen Optik" (Leipzig 1866, zweite Auflage 1887) und in der „Lehre von den Tonempfindungen" (Braunschw. 1862, 4. Aufl. 1877) den Nachweis, daß es sich in Auge und Ohr des Menschen, um wunderbar vollkommene „physikalische Instrumente" handelt. Näheres bietet die Darstellung der „Physik".

Pettenkofer, Max von. Geb. 3. December 1818 in Lichtenheim be Neuburg a. d. Donau, studirte in München Pharmacie uud Medicin, arbeitete später bei Liebig in Gießen und erwarb sich durch seine mit Voit gemeinsam ausgeführten Versuche über Respiration und Stoffwechsel (1861), wozu sie einen großartigen Apparat eigens konstruirt hatten, einen Namen auch in der Physiologie, während sich seine spätere Lebensarbeit vorzugsweise hygienischen Problemen zuwandte. Er starb 10. Februar 1901 in München durch eigne Hand. Vgl. Erismann, Max v. P. (Leipzig 1901).

Pflüger, Eduard, Friedrich, Wilhelm. Geb. 7. Juni 1829 in Hanau, studirte zuerst die Rechte, dann in Marburg und Berlin Medicin, habilitirte sich 1858 für Physiologie in Berlin und ging 1859 als Professor und Director des physiologischen Institutes nach Bonn. Seine Arbeiten betrafen zunächst den Einfluß des Nervensystems, der anregenden und Hemmungsnerven auf die Athmung, Darmbewegungen, Regulirung der Körpertemperatur u. s. w., ferner die Blutgase, Phosphorescenz und Vererbung. Er erdachte mancherlei Apparate und Methoden für die physiologische Untersuchung, schrieb: „Die teleologische Mechanik der lebenden Natur" (Bonn 1877). „Die Quelle der Muskelkraft" (1891) und giebt seit 1868 das von ihm begründete „Archiv für die gesammte Physiologie" heraus.



Mit den nach allen Richtungen erfolgreichen Bestrebungen, die Kräfte des lebenden Körpers als chemische und physikalische nachzuweisen, schrumpfte die Bedeutung des Idols der Vorzeit, einer besonderen Lebenskraft eben so ein, wie der ähnliche von Blumenbach aufgestellte Begriff eines besonderen Bildungstriebes (nisus formativus) vor der entwicklungsgeschichtlichen Forschung nicht Stand halten konnte. Hielten auch Johannes Müller, Liebig und andere bedeutende Forscher, an dem Begriffe der Lebenskraft, zu dessen Untergrabung sie selbst so viel beigetragen hatten, noch weiter fest, so bekannte doch Humboldt in der dritten Auflage seiner „Ansichten der Natur", in die er den Aufsatz über den rhodischen Genius mit aufgenommen hatte: „Nachdenken und fortgesetzte Studien in dem Gebiete der Physiologie und Chemie haben meinen früheren Glauben an eigene sogenannte Lebenskräfte tief erschüttert." Im „Kosmos" ging er noch weiter, und erklärte, „die Mythen von imponderablen Stoffen und eigenen Lebenskräften in jeglichem Organismus, verwickeln und trüben die Ansicht der Natur." Humboldt stützte sich hier besonders auf die Darlegungen Schleidens und Dubois-Reymonds, der in seinen Untersuchungen über thierische Elektrizität die Lebenskraft-Theorie einer zersetzenden Kritik unterworfen hatte und die vielcitirten Worte schrieb: „Ein Eisentheilchen ist und bleibt dasselbe Ding, gleichviel, ob es im Meteoriten den Weltkreis durchfliegt, im Dampfwagenrade auf den Schienen dahinschmettert, oder in der Blutzelle durch die Schläfe eines Dichters rinnt."

Nach diesem Siege über einen Popanz, der in der That die Wissenschaft nirgends gefördert, kein Räthsel löslicher gemacht, keine Schwierigkeit hinweggeräumt hat, erhob die materialistische Weltanschauung für eine nicht gerade kurze Frist ihr Haupt. Bücher wie Büchners „Kraft und Stoff", Carl Vogts „Köhler-

Dubois-Reymond, Emil. Geb. 7. November 1818 in Berlin, studirte das. seit 1837 Theologie, wandte sich aber bald den Naturwissenschaften zu und beschäftigte sich unter Joh. Müllers Leitung mit Anatomie und Physiologie, worauf er 1841 seine Untersuchungen über thierische Elektrizität begann. Er wurde 1855 außerordentlicher, 1858 ordentlicher Professor der Physiologie und Müllers Nachfolger an der Universität. Seit 1867 wurde er ständiger Secretär der Academie der Wissenschaften und seinen Anforderungen entsprechend wurde das neue physiologische Institut 1877 errichtet. Er starb 26. December 1896 in Berlin. Sein Hauptwerk blieben die „Untersuchungen über thierische Elektrizität" (Berlin 1848—54, 2 Bde.) und seine „Gesammelten Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik" (Leipzig 1875—77, 2 Bde.). Von seinen durch lebendige Form ausgezeichneten academischen Festreden, die in zwei Bänden gesammelt (Leipzig 1885—87) erschienen, erregte besonders diejenige „über die Grenzen des Naturerkennens" (1872), weil sie für verschiedene Gebiete ein im Munde des früheren Stürmers und Drängers fremdartig berührendes „Ignorabimus!" aussprach, Aufsehen. Seit 1857 führte er „Müllers Archiv für Anatomie und Physiologie" fort.

glaube und Wissenschaft", Moleschotts „Kreislauf des Lebens" gehörten eine Zeit lang zu den meistgelesenen, obwohl sie den auf tiefere Studien gestellten Geist nicht auf die Dauer befriedigen konnten, da auf der einen Seite noch zu viel des Unbegreiflichen, was sich mit Physik und Chemie nicht erklären läßt, bestehen blieb, vor allem die historischen Fragen, wie die lebende Welt geworden ist, auf der andern die Probleme des Denkens und Selbstbewußtseins mit neuen Räthseln aufwarteten, vor denen selbst Dubois-Reymonds kühner Geist sich später langsam „rückwärts concentrirte". Man war eben auf den Standpunkt der Cartesius und Lamettrie zurückgelangt, die Organismen für wohl konstruirte Maschinen anzusehen, welche Kräfte, die wir vollkommen controliren können, in Gang erhalten, bis das Getriebe unleistungsfähig wird und endlich in Stillstand geräth.

Auf diesem Standpunkt erregte eine physiologische Frage große Anziehungskraft, die schon im vorigen Jahrhundert ausgiebig behandelt worden war, über die man aber noch immer fortstritt, die Frage, ob das Leben durch Entziehung der ersten Lebensbedingungen, wie der Feuchtigkeit, Wärme u. s. w. für längere Zeit vollständig aufgehoben werden kann, und ob die „Maschine" dennoch wieder in Gang gebracht werden kann, wenn die hemmenden Ursachen (Trockenheit, Kälte u. A.) wieder beseitigt werden, so daß die „Lebensreize" von Neuem wirken können. A. van Leeuwenhoek hatte das bei den von ihm entdeckten Infusionsthierchen behauptet, die aus dem Staube der Dachrinnen, mit welchem sie vertrocknet waren, durch Wasser neu zum Leben gebracht wurden, Needham und Baker behaupteten dasselbe von Weizenälchen, die sie nach 27 Jahren wieder zum Leben kommen sahen, Spallanzani endlich stellte eingehende Versuche über die „erstaunlichen Thiere an, die man nach Belieben vom Tode zum Leben übergehen lassen kann", und es gelang ihm, wie er erzählt, dieselben Räderthierchen nach wiederholtem Austrocknen elfmal wieder zu erwecken. Trotz der scharfen Lauge des Spottes, welche Voltaire über diese Todtenerwecker ergoß, beharrten die Beobachter bei dem, was sie gesehen und vielen anderen Leuten gezeigt hatten, und Spallanzani erklärte, man dürfe diese ausgetrockneten Thiere logischer Weise nicht für todt, sondern nur für schlafend halten und in ihrer Fähigkeit nach

Moleschott, Jakob. Geb. 9. August 1822 in Herzogenbusch, studirte seit 1842 in Heidelberg Medizin und besonders Physiologie, ließ sich 1845 in Utrecht als Arzt nieder, habilitirte sich 1847 in Heidelberg und gründete daselbst ein physiologisches Laboratorium, legte 1854 sein dortiges Lehramt nieder, weil ihm der Senat eine Verwarnung wegen seiner allzu materialistischen Auffassung der Lebensvorgänge ertheilt hatte, folgte 1856 einem Rufe nach Zürich, 1861 nach Turin und 1878 nach Rom, wo er 20. Mai 1892 starb. Weitere Verbreitung erlangte seine „Physiologie der Nahrungsmittel" (Darmst. 1850, 2. Aufl. Gießen 1859). „Lehre der Nahrungsmittel für das Volk" (Erlangen 1850, 3. Aufl. 1857), und „Kreislauf des Lebens" (Mainz 1852, 5. Aufl. 1875–86, 2 Bde.). Vgl. seine Lebenserinnerungen: „Für meine Freunde" (Gießen 1894).

längerer Zwischenzeit zu erwachen, nur einen ihnen von dem Schöpfer verliehenen Vorzug erblicken, der nur solchen Thieren und Pflanzen gegeben sei, die lange Trockenheits- oder Kälteperioden zu überwinden hätten, wie denn diese einen Kälte- oder Trockenschlaf haltenden Thiere in der Regel Kosmopoliten sind, die überall auf hohen Bergesgipfeln, in Wüsten und hohen Breiten vorkommen, und oft nur den vierten Theil des Jahres günstige Lebensbedingungen finden.

In unserem Jahrhundert brachte Sigismund Schultze diese Streitfrage in den Zeiten, in welchem der Kampf um die Lebenskraft am heftigsten tobte, von Neuem aufs Tapet. Er hatte die Bär- und Schildkrötenthierchen (Tardigraden) genauer studirt, auch eine von ihm neuentdeckte Art, nach Hufelands „Macrobiotik oder Kunst, das menschliche Leben zu verlängern", Macrobiotus Huflandii getauft, und die Angaben der Biologen des vorigen Jahrhunderts über die Fähigkeit dieser Thiere, nach langer Ruhe wieder erweckt zu werden, vollkommen bestätigt gefunden. Aber seine ersten Veröffentlichungen (1834) über dieselben begegneten allgemeinem Kopfschütteln. Ehrenberg, der bekanntlich allen diesen Kleinthieren eine viel zu hohe Organisation zuschrieb, leugnete die Thatsache ganz und gar, und ihm folgten andere Kleinthierforscher, die eine Täuschung durch schnelle Entwicklung von Eiern, die sich in den ausgetrockneten Leibern befunden hätten, annahmen. Schultze brachte die Angelegenheit dann nochmals vor die Freiburger Naturforscher-Versammlung (1838) und von hier wurde der „Same der Zwietracht" nach Frankreich verpflanzt, sofern Schultze Proben seines Staubes mit eingetrockneten Bärthierchen, dem dort anwesenden Geologen Elie de Beaumont übergab, der ihn an Professor Doyère in Versailles weitergab, worauf dieser mit größter Vorsicht die Versuche wiederholte und das Wiederaufleben nach völligem Austrocknen durch starke Hitze und unter der Luftpumpe, sobald der Staub mit Wasser benetzt wurde, bestätigte. Die Sache erregte nun in Frankreich ebenfalls das größte Aufsehen; die französischen Physiologen theilten sich in die beiden Lager der Auferstehungs-Gläubigen und -Zweifler (Resurrektionisten und Antiresurrektionisten), die einen zehnjährigen Federkrieg mit einander führten, bis die Pariser Biologische Gesellschaft eine Prüfungskommission ernannte, deren Ergebnisse (nach Brocas Bericht) die halsstarrigsten Zweifler an dem Wiederaufleben dieser eingetrockneten Thiere hätten überzeugen müssen.

Auch in Deutschland spann sich der Streit bis in die neuere Zeit fort. Claus und Weismann zeigten, daß niedere Krebse, die in austrocknenden Pfützen leben, noch nach zehn Jahren wieder belebt werden können, wodurch sich ihr plötzliches massenhaftes Erscheinen nach Regengüssen erklärt. Preyer studirte das Wiederaufleben für

Schultze, Karl, August, Sigismund. Geb. 1795 in Halle, Professor der Anatomie in Greifswald, gest. 1877 in Janne.

Preyer, Wilhelm, Thierry. Geb. 4. Juli 1841 in Moß Side bei

längere Zeit im harten Eise eingefrorener Fische, wie es unter Anderen der Nordpolfahrer Franklin beobachtet hatte, und dann auch auf Frösche und andere Amphibien ausgedehnt werden konnte. Er kam zu demselben Schlusse, wie Spallanzani vor hundert Jahren, daß man solche durch Wassermangel oder Kälte in Trockenschlaf (Anhydrobiose) oder Starrheit versetzten Thiere weder todt noch lebendig nennen dürfe, sondern sie als wiederbelebungsfähig (anabiotisch) bezeichnen müsse. Dasselbe würde auch auf Pflanzen und deren Samen anzuwenden sein, von denen z. B. manche Flechten und Farnkräuter im Sommer völlig eintrocknen können, ohne die Fähigkeit zu verlieren, in der feuchten Jahreszeit wieder frisch aufzuleben, selbst auch wenn sie jahrelang im Herbar gelegen haben. An den Pflanzensamen ist die Fortdauer der Keimfähigkeit durch Jahrzehnte und Jahrhunderte bewiesen worden, wenn auch die Erzählung von dem sog. Mumienweizen, der noch keimfähig gewesen sein soll, auf Täuschung beruhte.

Andere Forscher sind aber in neuerer Zeit in der Deutung weiter gegangen als Spallanzani und Preyer; sie haben Samen jahrelang in unrespirabelen oder giftigen Gasarten eingeschlossen, weil man die fast unbegrenzte Fortdauer ihrer Keimfähigkeit auf eine leise, fortdauernde Athmung schob, und haben niedere Thiere für längere Fristen Kältegraden ausgesetzt, wie sie an der Erdoberfläche kaum vorkommen, ohne ihre Fähigkeit, wieder aufzuleben, zu beeinträchtigen. Der Physiker Raoul Pictet sah 1894 bei solchen Versuchen Skolopender wieder aufleben, wenn sie bei 40—50° eingefroren waren, Schnecken vertrugen sogar eine mehrtägige Abkühlung auf 100—120°, Mikroben und Bacillen entwickelten sich nach längerer Abkühlung auf 200°, als ob nichts geschehen wäre, sobald wieder normale Lebensbedingungen hergestellt waren. Beruhte nun das Leben auf einem chemischen Prozesse, der keine Unterbrechung zuläßt, so mußten diese Organismen getödtet sein, denn schon bei 100° erlöschen alle chemischen Thätigkeiten ohne Ausnahme. „Das Leben", sagt Pictet, „muß also eine Kraft

Manchester, studirte seit 1859 Medicin und Naturwissenschaften in Bonn und setzte seine durch eine Reise nach Island unterbrochenen Studien später in Berlin, Heidelberg, Wien und Paris fort, habilitirte sich 1865 in Bonn, ging 1869 als Professor der Physiologie nach Jena, ließ sich 1888 als Privatdozent in Berlin nieder, lebte in Folge schwerer Erkrankung seit 1893 in Wiesbaden und starb dort 15. Juli 1897. Seine Arbeiten betrafen die Physiologie der Athmung und des Blutes, die Muskelphysik, die Tonwahrnehmung, Hypnotismus, die Ermüdungsstoffe, die Entwicklung der Psyche im Kind u. A. Von seinen zahlreichen Schriften seien angeführt: „Die Blausäure" (Bonn 1868—70, 2 Bde.). „Das myophysische Gesetz" (das. 1874). „Ueber die Ursache des Schlafes" (Stuttgart 1877). „Die Seele des Kindes" (Leipzig 1882, 4. Aufl. 1895). „Der Hypnotismus" (Wien 1890). „Naturwissenschaftliche Thatsachen und Probleme" (Berlin 1880). „Aus Natur und Menschenleben" (das. 1885). „Zur Physiologie des Schreibens" (Hamburg 1895).



sein, wie Gravitation oder Schwere, eine Kraft, die immer vorhanden ist und niemals stirbt, die aber das Vorhandensein einer Organisation erfordert, um sich darin bethätigen zu können. Ist diese einmal gegeben, so hat man nur Wärme, Feuchtigkeit und Luft zuzuführen, und das Leben erwacht und entwickelt sich, wie eine Dampfmaschine, die man anheizt."

Eine andere alte Frage, die bei dem Streite über die Lebenskraft von Neuem erwachte, war die nach der ersten Entstehung des Lebens. Das Alterthum und Mittelalter hatte sich darüber keine Kopfschmerzen gemacht und eine unmittelbare Entstehung der Pflanzen und Thiere aus einer Art Urschleim, der noch bei Oken spukte, oder aus faulem Fleisch, in welchem Insekten, z. B. Bienen, entstehen sollten, als Thatsache angenommen. Allmälig wurde die sog. freiwillige Entstehung oder Selbstzeugung (Generatio aequivoca) auf Infusionsthierchen und ähnliche Organismen, die beim Hinzufügen von Wasser aus einem Trockenschlafe erwachen, und auf Eingeweidewürmer, deren Entstehung aus verdorbenen Säften noch im letzten Jahrhundert geglaubt wurde, eingeschränkt. Aber nachdem man die complicirte Fortpflanzungsgeschichte dieser Thiere und die Wege, auf denen ihre Eier ins Fleisch oder in die Eingeweide gelangen, ermittelt hatte, sank auch diese Zuflucht des alten Glaubens dahin, und man wollte nur noch die Kleinlebewesen (Mikroben), welche Gährung und Fäulniß, Krankheiten und sonstiges Unheil verursachen, als solche durch Selbstzeugung entstehenden Wesen anerkennen. Sorgfältige, von Pasteur, Tyndall und Anderen angestellte Versuche ergaben aber, daß in durch längeres Sieden sterilisirten organischen Flüssigkeiten, die hermetisch gegen das Eindringen von Keimen abgeschlossen oder auch der filtrirten Luft (wie man gefordert hatte) zugänglich erhalten wurden, keinerlei Mikroben auftraten, man mochte warten, so lange man wollte. Der alte Satz des Harvey omne vivum e ovo (alles Leben stammt aus einem Ei) bewährte sich strenger als der Urheber — der an Selbstzeugung aus organischer Materie, die das Ei vertreten könne, glaubte — je gemeint hatte, obwohl Preyer seine Verallgemeinerung zu dem Satze „Leben stammt nur vom Leben" (omne vivum e vivo) für rathsam hielt.

Da nun das Leben auf dem Erdball nicht ewig sein kann, weil die geologische Forschung im Bunde mit astronomischen Beobachtungen zur Annahme eines feurigen Urzustandes der Planeten, wobei kein Leben bestehen kann, geführt hat, (wie denn Jupiter und vielleicht auch die übrigen äußeren Planeten noch heute sehr heiß zu sein scheinen), so bestand für die Anhänger der mechanischen Weltanschauung zur Erklärung des Lebens auf dem Erdball anscheinend nur die Wahl zwischen den Annahmen, es müsse auf der Erdoberfläche neu entstanden sein, oder seine Keime von außen her bezogen haben. Eine Reihe von Naturforschern hat die letztere Erklärung vorgezogen und hat von niederen Lebewesen (Kosmozoen) geträumt, die seit Ewigkeit im Weltall umherschwärmen und die Weltkörper besamen sollen, wenn deren Ober-

fläche zu ihrer Aufnahme bereit ist. Man hat dabei auf das Vorkommen von Kohlenstoff in Meteorsteinen hingewiesen, den man sich nur als Ueberrest eines früheren Lebens zu deuten wußte und ihn als Beweis nahm, daß sie Trümmer eines größeren Weltkörpers seien, der Leben getragen, oder auch dieses Leben selbst aufgenommen hätten. Man sieht leicht, daß diese Hypothese nur Sinn hat, wenn man von der Entwicklung höherer Lebewesen aus niederen ausgeht, und in der That war der erste Gelehrte, welcher dieselbe 1865 aufstellte, Hermann Eberhard Richter in Dresden, worauf sie Sir William Thomson in England 1871 seinerseits als neu vortrug und mit dieser Theorie so hervorragende Anhänger, wie Tyndall und Helmholtz fand.

Bei genauerer Betrachtung aber befriedigt diese Annahme den denkenden Geist nur mäßig, da ein Leben, was einmal im Weltall entstanden wäre, auch beim Zusammentreffen der nöthigen Lebensbedingungen von Neuem entstehen kann und die hervorragendsten Naturforscher der entwicklungsgeschichtlichen Richtung huldigen noch heute der Annahme einer Urzeugung, die aber nicht mehr für fortgeschrittene Naturwesen, sondern für so einfache, wie wir sie vielleicht noch gar nicht kennen, angenommen wird. Eine solche Hypothese stellte unter Anderen Nägeli auf, der solche für unser bewaffnetes Auge vielleicht völlig unsichtbaren Urwesen vorläufig Probien nannte. Man darf dabei auch an die sogenannten ungeformten Fermente erinnern, lösliche organische Verbindungen, welche wie Gährungspilze wirken, aber durch Kochen oder Zusatz von Giften ihre zersetzende Kraft verlieren wie diese, als ob sie Leben gehabt und getödtet worden wären, ein bloßes chemisches Leben, welches noch keine Körperform besäße.

Die Ansicht, als ob es eine dritte Erklärungsmöglichkeit für diese Frage nicht geben könne, wurde durch einige unserer geistreichsten Physiologen und Philosophen widerlegt, denn Preyer lehrte seit 1872 in seinen Vorlesungen, das Leben sei ewig und unzerstörbar, es habe in anderer Form immer bestanden, denn die Gluthprozesse der Gestirne seien selber nichts anderes als ein intensives Leben und ihre ausgebrannten erkalteten Körper stellten die Schlacken dieses Lebens vor. Durch die Wellenbewegungen, welche diese Gluthprozesse im Aether erzeugen, könne eine andere Lebensform auf hinreichend erkalteten Gestirnen geweckt und unterhalten werden; die ältesten Formen dieses neuen Lebens könnten nur solche gewesen sein, welche im Stande waren, von der Luft und den unorganischen Bestandtheilen der Erdrinde zu leben. In ähnlicher Weise sprach Pflüger 1875 als erste Lebensform das Feuer an und auch der geistreiche Psychophysiker Fechner bekannte sich zu verwandten Anschauungen.

Seit dem Auftreten der Protoplasma-Theorie (S. 641) hat man sich gewöhnt, diesen wandelbaren eiweißartigen Stoff als den eigentlichen Träger des Lebens anzusehen, der seine Bedeckungen und Organe aus sich heraus bildet, und in welchem sich alle Vervollkommnungen



des Lebens ausdrücken. In der That werden ja durch Ei und Samenzelle, die wesentlich aus diesem Stoffe bestehen, alle Vollkommenheiten, welche die besondere Lebensform erreicht hat, auf einen neuen Lebensanfang übertragen. Einige Physiologen sind noch weiter gegangen und haben in der Beweglichkeit einer Molekülgruppe, die im Protoplasma enthalten ist, die eigentliche Lebensthätigkeit gesucht, welche sie mit chemischen Reagentien zu verfolgen suchten. Die Kohlenstoff-Theorie endlich sucht in der Fähigkeit des Kohlenstoffs, die endlosesten Verkettungen mit anderen Molekülen einzugehen, die eigentlichste Vorbedingung und Grundlage des Lebens, da der Kohlenstoff in den complicirtesten organischen Verbindungen eine Art Mittelpunktsstellung behauptet und niemals durch Abwesenheit glänzt, so daß man die organische Chemie auch als die Chemie der Kohlenstoff-Verbindungen umschrieben hat.

Auch in dem flüchtigsten Abriß der historischen Physiologie ist es nicht möglich, diese letzten Schlüsse ganz zu übergehen, kehren wir nun aus den ätherischen Regionen dieser Hypothesen wieder auf die Erde zurück, so müssen wir darauf hinweisen, daß die physiologischen Laboratorien in den neueren Zeiten zu wissenschaftlichen Instituten geworden sind, in denen das Licht zu einem Beobachter herangezogen ist, der den Erscheinungen folgt, und sie sogleich photographisch registrirt; der elektrische Strom muß als Zeitmesser dienen und zahlreiche Färbungsmethoden unterstützen das Auge beim Verfolgen subtiler Formelemente und ihrer Veränderungen. Den Küsten-Instituten, welche die Untersuchung des Lebens der wirbellosen Thiere, von denen manche Klassen ganz auf das Meer beschränkt sind, folgten schwimmende Laboratorien auf den Schiffen der Tiefsee-Expeditionen; in der Ausbildung der Pflanzen-Physiologie thaten sich zahllose Forscher hervor, unter denen Sachs als einer der erfolgreichsten Experimental-Physiologen genannt sein mag.

Daß sich das Nerven-, Sinnen- und Gehirnleben ebenfalls der physiologischen Forschung zugänglich zeigte, wurde schon oben berührt. Hier konnten zahlreiche ältere Irrthümer berichtigt werden, indem z. B. die sogenannten Gehörorgane der Wasserthiere, wie z. B. der Krebse und Fische als Gleichgewichtsorgane erwiesen wurden, während andererseits bei vielen Wasserthieren durch Leydig besondere Hautsinnesorgane — eine Art sechsten Sinnes — nachgewiesen wurden, die sich bei den Fischen in zwei Seitenlinien folgen. Der

Sachs, Julius. Geb. 2. October 1832 in Breslau, studirte in Prag, wurde 1850 Assistent bei Purkinje, 1861 Professor in Poppelsdorf bei Bonn, 1867 in Freiburg, 1868 in Würzburg, wo er 29. März 1897 starb. Er schrieb: „Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen" (Leipzig 1865), sowie eine „Geschichte der Botanik bis 1860" (München 1875). Vgl. Goebel, Jul. S. (Marburg 1897).

Leydig, Franz. Geb. 21. Mai 1821 zu Rothenburg a. T., studirte seit 1840 in Würzburg und München Medicin, habilitirte sich 1849 in Würzburg,

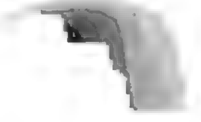
optische Sinn wurde von den untersten Stufen an, wo er nur durch dunkle Pigmentflecke vertreten wird, die sich im Lichte erwärmen, nach mehreren Richtungen verfolgt, zu den einfachen Linsenaugen, die ein einheitliches Bild wie die Camera obscura liefern, und zu den zusammengesetzten Facettenaugen der Krebse und Insekten, die ein musivisches Bild aus Einzelgesichtsfeldern zusammensetzen und wahrscheinlich besser zum Verfolgen von Bewegungen als zum Erkennen von Formen geeignet sind.

Um die Gehirnfähigkeiten zu erkennen, konnte die Forschung der Vivisektion nicht entbehren, die schon bei dem Studium der Krankheiten seit längerer Zeit unschätzbare Dienste geleistet hatte. Der unverständige, aus unberechtigten Befürchtungen und einem mißleiteten Mitgefühl entspringende Kampf gegen die Forscher, die dieses Verfahrens nicht entrathen können, wenn sie die Wissenschaft fördern und der Menschheit nützen wollen, hat glücklicherweise nirgends in der Welt zu einer wirklichen Beschränkung der Methode geführt. Bei schmerzhaften Eingriffen werden ja die Thiere ebenso betäubt, wie der Mensch, der sich einer Operation unterwerfen muß, um sein Leben zu retten. Niederen Thieren, wie schon dem Frosche, der seit jeher das beliebteste Versuchsthier der Physiologen war, würde man mit Unrecht ein ebenso starkes Schmerzgefühl beimessen, wie den höhern Säugethieren und dem Menschen. Niedere Thiere fressen mit Begierde weiter, auch wenn sie halbirt werden. Man muß geradezu als eine der Errungenschaften der Psycho-Physiologie die Erkenntniß betrachten, daß das Schmerzgefühl seine Entwicklung in der Thierreihe gehabt hat, und auch erst als Warnung für die höheren Thiere wichtig geworden ist, denen amputirte Gliedmaßen nicht so leicht wieder wachsen wie den niedern.

Die Gehirnuntersuchung lebender Thiere hatte Flourens bereits in den ersten Dezennien des XIX. Jahrhunderts be-

erhielt 1855 dort eine außerordentliche, 1857 eine ordentliche Professur in Tübingen, ging 1875 nach Bonn, lieferte zahlreiche vergleichende anatomische und physiologische und besonders auch entwicklungsgeschichtliche Arbeiten, lebt seit 1895 im Ruhestand in Würzburg.

Flourens, Marie, Jean, Pierre. Geb. 15. April 1794 in Maurilhan (Hérault), studirte in Montpellier, kam 1814 nach Paris und lieferte zahlreiche experimentelle Untersuchungen über das Nervensystem und die Centralorgane der Thiere, suchte zunächst nachzuweisen, daß im Kleinhirn die Quelle der Willensbewegungen, in den Vierhügeln der Gesichtssinn wohne, daß vom verlängerten Mark die Athembewegungen geleitet werden, daß aber die Intelligenz einheitlich sei und im Großhirn ihren Sitz habe. Er wurde 1830 Professor der vergleichenden Anatomie, 1833 beständiger Secretair der Academie der Wissenschaften, 1838 Mitglied der Deputirtenkammer, 1846 Pair von Frankreich und starb 5. December 1867 in Montgeron bei Paris. Hauptwerk: „Recherches expérimentales, sur les propriétés et les fonctions du systéme nerveux dans les animaux vertébrés“ (Paris 1824, 2. Aufl. 1842, deutsch von Becker, Leipzig 1824).



gonnen. Um die Thätigkeit des Großhirns festzustellen, beraubte er Tauben und andre Versuchsthiere des Inhalts der beiden Halbkugeln und sah sie in einen schlafartigen Zustand versinken, in welchem sie keine Zeichen von Willen, bewußter Empfindung, Ueberlegung, d. h. von eigentlichem Intellekt gaben, also als reine Reflexmaschinen fortlebten, die das Futter vor ihren Augen nicht erkannten, aber durch künstliche Fütterung lange Zeit am Leben erhalten werden konnten. Aus seinen Versuchen einer scheibenweisen Abtragung der Großhirnmasse zog er den später als irrig erwiesenen Schluß, daß sehr kleine Theile derselben das ganze Gehirn vertreten könnten, daß somit alle Theile gleichwerthig seien und eine sogenannte Lokalisation einzelner Fähigkeiten im Hirne nicht existire. Auf eine solche deuteten aber bereits ziemlich alte Erfahrungen und Beobachtungen der Aerzte bei Gehirnkrankheiten und Verletzungen durch Waffen und Schüsse. Bereits 1825 hatte der französische Arzt Bouillaud bemerkt, daß bei allen Personen, die von dem vielgestaltigen Leiden der Aphasie befallen werden, und in der einen oder andern Art in ihrem Sprachvermögen beeinträchtigt erscheinen, die Sektion nach dem Tode eine krankhafte Gehirnveränderung auf engbegrenztem Raume in der Umgebung der sog. Reil'schen Insel, meist in der linken Schläfe nachwies und es gelang Broca und Meynert aus zahlreichen Beobachtungen den Nachweis zu führen, daß dort das Sprachcentrum belegen sei (Broca'sche Gehirnwindung).

Goltz, der zu seinen Versuchen vorwiegend Frösche benutzte, die er durch einen einzigen, nach wenigen Tagen vernarbten Schnitt, welcher das Vorderhirn von den dahinter liegenden Theilen trennt, in eine Art lebender Automate verwandelte, zeigte, daß diese Thiere ohne Großhirn doch noch sehen konnten und zur Flucht gereizt, ein ihnen entgegengestelltes Hinderniß umgingen, oder darüber hinwegsprangen. Er sah sie nach Hinwegnahme der Sehhügel (thalami optici) diese Fähigkeit verlieren, weil sie nun nicht mehr sehen konnten. Wurden dann auch die damit zusammenhängenden Sehlappen (lobi

Broca, Paul. Geb. 28. Juni 1824 in St. Foy-la-Grande (Gironde) studirte Medicin, wurde Professor an der Pariser medicinischen Fakultät, gründete 1859 die Pariser anthropologische Gesellschaft und 1867 das anthropologische Museum, verbesserte die Schädelmessungsmethoden und starb 9. Juli 1880 in Paris.

Meynert, Hermann. Geb. 15. Juni 1833 in Dresden, studirte seit 1850 in Wien, wurde 1866 Prosektor an der Wiener Irrenanstalt und 1870 Professor der Psychiatrie. Er erwarb sich um Anatomie und Biologie des Gehirns große Verdienste und starb 31. Mai 1892 in Klosterneuburg.

Goltz, Friedrich Leopold. Geb. 14. August 1834 in Posen, studirte 1853—57 in Königsberg Medicin, ward 1861 Prosektor und 1865 Professor daselbst, ging 1870 nach Halle und 1872 nach Straßburg. Er lieferte zahlreiche Untersuchungen über die Funktionen von Gehirn und Nerven und schrieb: „Ueber die Verrichtungen des Großhirnes" (Bonn 1881).

optici) weggenommen, so verloren sie die Fähigkeit, das Gleichgewicht zu bewahren und mit dem Kleinhirn verschwand sogar die Fähigkeit, sich von der Stelle zu bewegen. Ein solches Thier, welches von den nervösen Centralorganen nur noch das verlängerte Mark (medulla oblongata) und das Rückenmark besitzt, kann gleichwohl durch regelmäßige Fütterung noch geraume Zeit am Leben erhalten werden, und wehrt nach wie vor bewußtlos jede schmerzhafte Berührung seiner Extremitäten ab, d. h. es hat die Fähigkeit, durch Reflexbewegungen auf äußere Reize zu antworten, noch nicht eingebüßt. Enthauptete Fliegen oder Bremsen putzen stundenlang ihren Körper weiter.

Ums Jahr 1870 begannen dann Hitzig und Fritsch eine Reihe von Versuchen, durch welche sie die Unrichtigkeit der Schlüsse von Flourens vollends darlegten, indem sie beschränkte Gebiete der Gehirnrinde durch schwache elektrische Ströme reizten und damit ganz bestimmte Muskelpartieen des Körpers erregten, so daß z. B. ein diesen Versuchen unterworfener Hund, bei Reizung einer bestimmten Stelle die Vorderpfote der entgegengesetzten Seite, bei einer andern, dicht dabei liegenden, die Hinterpfote bewegte, oder ganz nach Belieben zum Herausstrecken der Zunge, zur Bewegung der Augen u. s. w. veranlaßt werden konnte. Es geht aus diesen Versuchen, die für die ärztliche Behandlung von Gehirnverletzungen äußerst wichtig geworden sind, und namentlich von Ferrier in London, Munk in Berlin und Exner in Wien fortgeführt wurden, klar hervor, daß die Bewegungen der Organe von bestimmten Bezirken des Gehirns beherrscht werden.

Die Untersuchungen der merkwürdigen Erscheinungen des Hypnotismus, die irrthümlich zu dem Gebiete des Aberglaubens gerechnet wurden, haben uns mit anderen Verstrickungen der geistigen Fähigkeiten mit Körperzuständen bekannt gemacht. Der Einfluß des Denkens auf den Puls, welcher schon früher durch den Pulsmesser (Sphygmograph) gemessen werden konnte, spielt bekanntlich bei dem sogenannten Gedankenlesen eine Rolle; selbst ob ein schlafender Mensch zur Zeit einen lebhaften Traum hat, kann an diesem Instrumente abgelesen werden. Auf diese zum Theil noch sehr räthsel-

Hitzig, Julius Eduard, Sohn des Berliner Architekten H. Geb. 6. Februar 1838 in Berlin, studirte in Würzburg und Berlin Medicin, habilitirte sich 1872 in Berlin, wurde 1875 Professor der Psychiatrie und Direktor der Irrenanstalt in Zürich, ging 1879 nach Halle und schrieb „Untersuchungen über das Gehirn" (Berlin 1874).

Fritsch, Gustav Theodor. Geb. 5. März 1838 in Kottbus, studirte seit 1857 in Berlin, Breslau und Heidelberg, bereiste 1863—66 Südafrika für anthropologische und zoologische Studien, betheiligte sich noch an mehreren anderen wissenschaftlichen Reisen nach Afrika und Kleinasien, wurde 1874 zum Professor ernannt, lieferte wichtige Arbeiten über die elektrischen Fische. Er schrieb außer mehreren Reisewerken „Die elektrischen Fische" (Berlin 1877—90 2 Bände).

reichen Gebiete der Psychologie, die im XIX. Jahrhundert viele Federn in Bewegung gesetzt haben, kann aber hier nicht näher eingegangen werden.

Die ausgestorbenen Lebewesen.

In den früheren Jahrhunderten hatte man die in Abdrücken, Versteinerungen, oder mineralisirtem Zustande gefundenen Reste von Pflanzen und Thieren mit wenigen Ausnahmen für Naturspiele erklärt, die durch eine eigenartige bildnerische Kraft (vis plastica) der Gesteine und Erden erzeugt würden, wobei die Verschiedenheit der „Figurensteine" in den einzelnen Erdformationen durch einige genauere Fossilienkenner auf die Verschiedenheit des Materials geschoben wurde. Die wenigen vernünftigen Meinungen, die einige Gelehrte des Alterthums und der Renaissance-Zeit, wie Leonardo da Vinci und Palissy geäußert hatten, indem sie diese Fossilien für Reste einer vorweltlichen Lebewelt erklärten, verhallten vollständig und die Herrschaft des Unsinns war so groß, daß man noch im XVIII. Jahrhundert selbst die Graburnen und Steinbeile des prähistorischen Menschen für „Naturspiele" erklärte. Die unverkennbaren Wirbel und Knochen vorweltlicher Riesenthiere wurden für Gebeine menschlicher Riesen, oder allenfalls für Drachenknochen erklärt und als Wahrzeichen in den Kirchen aufgehängt, da die Bibel von menschlichen Riesengeschlechtern spricht, die in den ersten Zeiten gelebt hätten. Die ebenso unverkennbaren Elephanten- und Mammutzähne, die hier und da ausgegraben wurden, schrieb man den Elephanten zu, die Hannibal nach Europa gebracht hätte, und andre Reste wurden auf Greife, Einhörner und andre Fabelwesen der Vorzeit bezogen.

Der Umstand, daß auf den Spitzen der Gebirge unverkennbare Reste von Muscheln und andern Seethieren gefunden werden, hatte in der ganzen Welt die Ueberzeugung hervorgerufen, daß einstmals eine große Fluth die gesammte Erde bedeckt habe, und schon altchristliche Schriftsteller, wie Tertullian, Orosius, Isidor von Spanien u. A. hatten sie als Zeugen für die Wahrheit des biblischen Sintfluthberichtes angerufen. Luthers Ansicht, daß die Sintfluth die Oberfläche der Erde gänzlich verändert und die letzten Spuren des Paradieses vertilgt haben müsse, führte wahrscheinlich erst den Spanier Gonzalez de Sala (1650) und später den königlichen Kaplan Thomas Burnet zu seiner „heiligen Erdtheorie" (theoria sacra telluris 1682), wonach die ehemals schön eirunde und innen mit Wasser gefüllte Erde durch das göttliche Strafgericht eingebrochen sei, und nur in den Gebirgen noch einige Pfeiler der ehemaligen Oberfläche erkennen lasse, während die hervorbrechenden „Wasser der Tiefe" das Unterste nach oben kehrten und den jetzigen

Zustand schufen. Diese Theorie wurde durch John Woodward in seiner „natürlichen Geschichte der Erde" (1695) und durch William Whistons „neue Theorie der Erde" (1696) „verbessert", indem die phantastische Einsturztheorie Burnets darin aufgegeben, und nur mit „natürlichen Ursachen" gerechnet wurde. Damalige Kometen-Erscheinungen, deren Bahnen nahe an der Sonne vorübergegangen waren, hatten Newton und Halley zu Spekulationen über den Zusammenstoß von Kometen mit der Erde verführt und von nun an sollten Kometenbegegnungen sowohl die Erdachse verrückt, als auch das Wasser der Sintfluth geliefert haben.

Diese Ansichten wirkten lange fort und auch Buffon ließ in seiner Kosmogonie (1749) die Erdgeschichte mit dem schiefen Stoß eines Planeten beginnen, ja selbst d'Alembert berauschte sich an solchen Träumereien und berechnete, daß just der Halley'sche Komet von 1680 im Jahre 2926 die große Fluth erzeugt habe, von welcher der gegenwärtige Zustand der Erdoberfläche herrühre. Der Züricher Oberarzt und Chorherr Johann Jacob Scheuchzer bildete in seinen „Klagen und Rechtfertigungen der Fische" (1708) mehrere Fische ab, die in der Sintfluth zu Grunde gegangen, gab dann sein Sintfluth-Herbarium (Herbarium diluvianum 1713) und Sintfluth-Museum (Museum diluvianum 1716) heraus und hatte im Jahre 1726 das Glück, den vermeintlichen Oberkörper eines Sintfluthkindes zu finden, von welchem er in einer besonderen Schrift (Homo diluvii testis Zürich 1726) Nachricht und Abbild mit der bekannten Unterschrift gab:

Betrübtes Beingerüst von einem armen Sünder
Erweiche Sinn und Herz der neuen Bosheitskinder!

Schon lange vorher hatte er zwei große Wirbel aus dem Liaskalk, die sich später als Ichthyosaurus-Reste herausstellten, für Skeletttheile eines Sintfluthriesen ausgegeben; das Sinfluth-Kind erkannte Cuvier als das Skelett eines, dem noch jetzt lebenden japanischen Riesen-Salamander, nahe verwandten Thieres. Natürlich setzte diese Theorie, die von mehreren Naturforschern noch im XIX. Jahrhundert festgehalten wurde, wie denn Buckland noch 1824 an den Fossilen den „Sintfluth-Geruch" zu spüren glaubte, voraus, daß die fossilen Thiere mit den lebenden übereinstimmen, da sie sich nach Linné vom Ararat, dem Landungsplatze der Arche, neu ausgebreitet haben sollten, allein schon Robert Hooke, der Nebenbuhler Newtons hatte darauf hingewiesen, daß die fossilen Thiere und Pflanzen, die man in Englands Erdschichten finde, mit den dermalen dort lebenden nicht übereinstimmen, beruhigte sich aber damit, daß es wohl tropische Thiere und Pflanzen seien, und daß England wahrscheinlich früher ein viel wärmeres Klima gehabt haben möge. Auch Leibniz äußerte in seiner „Protogäa" (1749) ähnliche Ansichten, und der ältere Jussieu wies 1718 auf die Aehnlichkeit einiger Steinkohlenfarne von Chaumont mit tropischen Farnen hin, während Parsons 1757 feststellte, daß unweit London ge-



fundene Coniferen-Zapfen mit denen lebender tropischer Nadelhölzer übereinstimmen. Der ausgezeichnete Reisende und Naturforscher Pallas schloß sich in seinen „Beobachtungen über die Bildung der Gebirge" (1777), der schon früher von Dulac aufgestellten Ansicht an, entweder müsse vor der Sintfluth ein wärmeres Klima auf der gesammten Erde geherrscht haben, oder die Sintfluth habe in einer ungeheuren Fluthwelle bestanden, welche sich infolge des plötzlichen Aufsteigens der Andenkette und der Südsee-Inseln nach Norden bewegt habe, und dabei zahlreiche Leichen tropischer Pflanzen und Thiere nach dem Norden, zumal nach Rußland und Sibirien geschwemmt hätte, wo sie so schnell ankamen, daß einzelne Mammut- und Rhinoceros-Reste noch unverwest, mit Haut und Haar in den sibirischen Eiskellern begraben liegen. Diese Ansicht wirkte für buchstabengläubige Gemüther so beruhigend, daß sie noch am Ende des neunzehnten Jahrhunderts mutatis mutandis in dem Buche von H. Howorth „Das Mammut und die Fluth" (London 1893) neu vorgetragen wurde.

Inzwischen hatte man sich unter dem lebhaften Widerspruch Voltaires, doch dazu verstanden, die Fossilien als die Reste von meist gänzlich ausgestorbenen Lebewesen anzuerkennen und Blumenbach in seinem „Handbuch der Naturgeschichte" (1779) war neben Buffon einer der ersten, der dies wagte. Seit Buffon seine „Epochen der Natur" (1778) geschrieben und darin der Erscheinung des Menschen und der Sintfluth bereits fünf ältere Erdumwälzungen vorangehen ließ, durch die ebenso viele Schöpfungen vernichtet worden wären, nahm man an, daß die Sintfluth nur die letzte Schöpfung vernichtet habe, und bezeichnete die letzte größere Oberflächen-Veränderung als Sintfluth-Land (Diluvium), welcher Name den betreffenden Erdbildungen verblieben ist. Auf diesem Standpunkt verharrte die Urgeschichte der Erde noch mehrere Jahrzehnte im XIX. Jahrhundert und die Reliquiae diluvianae (1822) des Oxforder Geologen Buckland erhoben sich wenig darüber. Man versuchte, um den Schriftgläubigen entgegenzukommen, allenfalls die „vorsündfluthlichen" (antediluvianischen) Erdumwälzungen mit den „Schöpfungstagen" des mosaischen Berichtes gleichzusetzen,

Pallas, Peter Simon. Geb. 1741 in Berlin, studirte Medicin und Naturwissenschaften, ward 1768 von Katharina II. als Akademiker nach Petersburg berufen, bereiste 1768—1774 einen großen Theil Rußlands im Auftrage der Regierung und kehrte mit reichen Sammlungen zurück, die den Grundstock des Petersburger naturhistorischen Museums bildeten. Nach Herausgabe zahlreicher Arbeiten über die Flora und Fauna Rußlands, kehrte er 1810 nach Berlin zurück und starb dort 8. September 1811.

Buckland, William. Geb. 12. März 1784 zu Tiverton (Devonshire) studirte in Oxford zuerst Theologie und dann Naturwissenschaft, wurde Professor der Mineralogie (1813) und Geologie (1818) in Oxford, siedelte 1845 zum Dechanten von Westminster erwählt, nach London über und starb 14. März 1856.

diese „Harmonisirungs- oder Konkordanzlehren" reichen ebenfalls bis ins XVIII. Jahrhundert zurück, denn schon B. de Maillet und Buffon ließen den Menschen erst in der siebenten Erdbildungs-Periode erscheinen. Dem Letzteren, der in seiner Heimath Saintonge (Ardennen) eine große Petrefaktensammlung zusammengebracht hatte, muß sein Kampf gegen die Ansichten von Woodward und Scheuchzer, daß die Fossilien Medaillen und Denkmünzen der Sintfluth seien, um so höher angerechnet werden, als er dabei einem Gegner wie Voltaire gegenüberstand, der damit gemeint ist, wenn er von den Leuten spricht, die über Dinge raisonniren, von denen sie nie etwas gesehen haben, und die „Austernbänke", welche 100—200 Meilen lang bei 50 bis 60 Fuß Dicke dahinstreichen, mit einem Haufen Austernschalen vergleichen, welche Schlemmer vor ihre Thüre geworfen. Wie sollten die Seeigel, Seesterne, Muscheln u. s. w. durch eine Fluth in die Tiefen der 7—800 Fuß starken Marmorbänke gelangt sein?

In den ersten Dezennien des XIX. Jahrhunderts lagen Neptunismus und Vulkanismus miteinander im Kampfe; die Vertreter des ersteren, an deren Spitze der Direktor der Freiberger Bergwerksschule Gottlob Abraham Werner (1750—1817) marschirte, nahmen an, daß alle Schichten, Flötze und Formationen Wasserbildungen seien, ursprünglich horizontal abgelagerte Absätze, in in denen die Leitmuscheln, d. h. Fossilien, eingelagert seien, an deren Eigenart man das Alter der Schichten erkennen könne. Die durch James Hutton (1726—1797) angeregten Plutonisten, zu denen auch Humboldt und Leopold von Buch zählten, wiesen dagegen dem Centralfeuer der Erde einen größeren Antheil zu, und glaubten an eine durch Dampfkraft erfolgende kuppelförmige Auftreibung und Erhebung der Schichten zu Kettengebirgen durch vulkanische Gewalt. Diese später widerlegten Ansichten kamen dem Gedanken von Erdrevolutionen entgegen, bei denen das Bestehende jedesmal vernichtet und eine Neuschöpfung nöthig wurde. Dadurch schien sich der Wechsel der Lebewesen in den aufeinanderfolgenden und sich überlagernden Formationen der Erdepochen am leichtesten zu erklären. Der immer neu hervortretende Kampf von Feuer und Wasser konnte mit häufigen Vernichtungen des gesammten Erdlebens endigen. Cuvier, der sich überzeugt hatte, daß die fossilen Thiere der verschiedenen Erdformationen meist gänzlich von einander verschieden seien und daß selbst diejenigen der obersten sogenannten Sintfluthschicht (Diluvium) größtentheils nicht mehr unter den Lebenden vorkommen, fand die Annahme der Erdrevolutionen sehr bequem, und bauete in seinem Buch

in Clapham bei London. Seine Reliquiae diluvianae (2. Auflage, London 1824) und seine Geology and mineralogy in der Sammlung der „Bridgewaterbücher" (London 1836, 4. Auflage 1869, 2 Bände, auch deutsch von Agassiz 1839) suchte zwischen Bibel- und Naturforschung zu vermitteln.

Discours sur les révolutions du globe (1812) die Katastrophen-Theorie darauf, welche frei nach Dulac und Pallas das plötzliche Aussterben des wollhaarigen Nashorn und Mammut durch eine Welt-Katastrophe, erklärte, durch die das sonnig warme Sibirien ebenso schnell in ein Eisland verwandelt worden sei.

„Dieses Ereigniß", sagt er, „ist plötzlich in einem Augenblicke und ohne irgend welche Vorbereitung eingetreten und was sich für diese letztere Katastrophe so klar beweisen läßt, gilt nicht weniger für die voraufgegangenen. Die Zerreißungen, Aufrichtungen und Umstürzungen der ältesten Schichten lassen nicht daran zweifeln, daß plötzliche und gewaltsame Ursachen sie in den Zustand versetzt haben, in dem wir sie erblicken und selbst die Kraft der Bewegungen, denen die Wassermassen unterlagen, werden noch heute durch die Anhäufung der Trümmer und Rollkiesel bezeugt, welche sich an vielen Orten zwischen die festen Massen einschieben. Das Leben auf dieser Erde ist also oftmals durch schreckliche Ereignisse gestört worden. Lebende Wesen ohne Zahl sind die Opfer dieser Katastrophen gewesen; die einen, welche das trockene Land bewohnten, sind durch die großen Fluthen verschlungen worden, die andern, welche den Schooß der Gewässer bevölkerten, sind mit dem plötzlich in die Höhe gehobenen Meeresgrunde ins Trockne versetzt worden; ihre Geschlechter haben für immer ihren Untergang gefunden und in der Welt nur einige kaum für den Naturforscher erkennbare Spuren zurückgelassen. Das sind die Folgerungen, zu denen uns nothwendig die Gegenstände führen, die wir bei jedem Schritt antreffen und in jedem Augenblick beinahe in allen Ländern verificiren können. Diese großen Ereignisse sind für das Auge dessen, welcher es versteht, die Geschichte aus ihren Monumenten zu entziffern, durchweg klar ausgeprägt."

Cuvier ließ sich darüber nicht näher aus, wie er sich den Ersatz der durch jede Katastrophe ausgetilgten Arten durch neue und höher organisirte vorstellte, aber da er darauf hinweist, daß in den ältesten Schichten weder Fische noch eierlegende Vierfüßler (Amphibien und Reptile) vorhanden waren, daß diese erst in einer spätern Epoche, und in einer noch spätern Periode die Säugethiere erschienen seien, so muß er als unentwegter Anhänger des Konstanzdogmas an ebenso viele Neuschöpfungen gedacht haben, wie Vernichtungen vorausgegangen waren, und man hat deshalb diese Katastrophentheorie, der auch Agassiz bis zu seinem Tode (1873) anhing, später auch satirisch als Möblirungs-Theorie bezeichnet, weil die Erde nach jeder, alles Lebende vernichtenden Umwälzung wieder neu — auf allen Gebieten mit Pflanzen und Thieren — ausmöblirt werden mußte.

Man unterschied ja diese Akte des Erddramas im Wesentlichen nach den Lebewesen (Leitmuscheln), welche die Schichten einschließen und solcher Akte mit vollständigem Requisitenwechsel zählte D'Orbigny (S. 623) bereits 27, so daß jede Möglichkeit einer Gleich-

setzung mit biblischen Schöpfungstagen ausgeschlossen schien, zumal schon Buckland einsah, daß alle diese Schichten mitsammt dem geologischen Diluvium vor die biblische Fluth zu setzen seien und sich von den Theologen die spitzfindige Frage gefallen lassen mußte, wie er denn dieses Aussterben so vieler Lebewesen vor Adam erklären wolle, da doch erst durch Adams Fall der Tod in die Welt gekommen sei? Natürlich mußte sich diesen scheinbar zwecklos versunkenen Pflanzen und Thieren gegenüber, allmählig die Frage erheben, ob denn zwischen den in der vorigen Epoche ausgestorbenen und den in der nächsten Epoche auftretenden Lebewesen nicht irgend ein Band vorhanden sei, welches sie verknüpfe? Hatte doch der ausgezeichnete Petrefaktenkenner Martin Lister, der Leibarzt der Königin Anna von England, schon im XVII. Jahrhundert durch sorgsame Vergleichung der ausgestorbenen fossilen Seethiere mit lebenden gefunden, daß sie zwar durchweg von den lebenden verschieden seien, aber einige Züge mit denselben gemein hätten, und in gewissen Schichten, z. B. der Kreide, den lebenden viel näher ständen, als z. B. im Kohlenkalk oder Devon, d. h. ihnen in den jüngeren Schichten viel ähnlicher wären als in den älteren. Da er aber die Petrefakten für Naturspiele hielt, in welchen die lebenden Formen nachgeahmt würden, so hielt er es, bei dem damaligen Mangel einer Chronologie der Schichten einfach für ein Verdienst der Kreide, daß sie getreuer nachzuahmen verstanden hatte, als z. B. die alten Thonschiefer und Kohlenkalke.

Nicht viel gescheuter sind mancherlei im XIX. Jahrhundert aufgestellte Meinungen, welche die versteinerten antediluvianischen Pflanzen und Thiere als „Versuchsmodelle des Schöpfers" bezeichneten, wie z. B. K. v. Raumer, der nachmalige Erlanger Professor, in einem Buche über die Gebirge Niederschlesiens (Berl. 1819) die Petrefakten als eine „Entwicklungsfolge nie geborener Embryonen" bezeichnete. Ja, in England erschien noch 1853: „A brief and complete refutation of the antiscriptural Theory of the Geologists", in der verkündet wird: „alle in den Tiefen der Erde gefundenen Organismen seien am ersten Schöpfungstage erschaffene Modelle zur typischen Vorausdarstellung der später am 3., 5. und 6. Tage zu schaffenden Pflanzen und Thiere, selbst die Mammute Sibiriens seien niemals lebende Thiere gewesen, sondern als leblose Fleisch- und Knochenklumpen unter der Erde erschaffen worden u. s. w.

Man könnte geneigt sein, dieses anonym erschienene Buch für eine Satire zu halten, aber die in demselben ausgesprochenen Ideen sind um kein Haar breit ungesünder, als die von Louis Agassiz in seinen um die Mitte des Jahrhunderts erschienenen paläontologischen Werken zum Besten gegebenen Mißverständnisse. Er oder seine Mitarbeiter hatten entdeckt, daß ausgewachsene Thiere der älteren Formationen z. B. Fische, oft Charaktere darbieten, die sich bei späteren Formen nur in der ersten Jugend nachweisen lassen, d. h. mit anderen Worten, Entwicklungszustände, die erstere niemals überschritten, würden von den jüngeren Thieren schon in der ersten Jugend überwunden.

Er bezeichnete jene Fossilthiere rückschauend als embryonische Typen, weil sie gleichsam versteinerte Embryonen lebender Formen darstellen. Andere bezeichnete er ebenso rückwärtsblickend als prophetische Typen, weil sie, wenn auch meist nur in einzelnen Zügen ihrer Organisation, später erschienene Thiere vorausverkündet hätten, wie z. B. die Flugeidechsen der Sekundärzeit die Fledermäuse und Vögel. Eine dritte Klasse von Fossilen rechnete er zu den zusammenfassenden (synthetischen) Typen, weil in ihnen mehrere später getrennte Formen verschmolzen lagen und eine vierte Gruppe erhielt den Namen der progressiven Typen, weil sie einen Urtypus fortzuführen schienen, wie z. B. in der fortschreitenden Complikation der Loben bei Goniatiten, Ceratiten und Ammoniten.

Wenn auf Grund dieser richtig (von wem?) beobachteten Verhältnisse Agassiz unlängst von einem gelehrten amerikanischen Mitbürger als der eigentliche Begründer der Descendenz-Theorie (an Stelle Darwins) bezeichnet wurde, so ist dabei übersehen, daß Agassiz in seiner geistigen Verworrenheit jeden genetischen Zusammenhang der Lebewesen einer Erdepoche mit denen der vorhergehenden durchaus leugnete; bei Abschluß jeder Epoche sei mit ihrer Lebewelt vollkommene tabula rasa gemacht worden. Nur der Schöpfer scheine bei seinen Neuschöpfungen mitunter an seine früheren Geschöpfe angeknüpft zu haben, aus einem synthetischen Typus manchmal zwei und mehr abgeleitet und die Versuchsmodelle manchmal zu Larvenformen benutzt zu haben. Nur in solchem Sinne lassen sich seine natürlich ebensowenig klaren wie bibelfesten Meinungen erklären, die durchaus nicht wie eigene Wahrnehmungen aussehen, denn sonst ließe sich der in ihrer Deutung hervortretende Mangel an Logik und Findigkeit kaum verstehen.

Inzwischen war nun aber durch J. Pictet und andere Geologen darauf hingewiesen worden, daß die Lebewelten der jüngern Schichten doch nicht so vollständig neu und von denen der ihnen unmittelbar voraufgegangenen verschieden gewesen seien, wie man bisher behauptet hatte, daß manchmal fast der dritte Theil der Lebewesen dem der älteren Schicht nahezu, wenn nicht völlig gleich war, und deutlich eine Anknüpfung und Fortbildung der Formen hindurchblicke, die eine viel klarere Perspektive eröffnete, als die von Grund aus widersinnige Annahme einer Folge immer erneuter Austilgungen und Neuschöpfungen. Aber es gehörte erst die Vernichtung der Wahnidee der Geologen, daß die Urzeit des Erdballs eine nie ruhende Kette gewaltsamer Umwälzungen gewesen wäre dazu, um

Pictet de la Rive, Francois, Jules. Geb. 27. September 1809 in Genf, wirkte dort seit 1835 als Professor der Zoologie und Anatomie und starb 15. März 1872. Er schrieb: „Traité de la paléontologie“ (Paris 1844—47 2. Aufl. 1853—57 4 Bde.) und „Mélanges paléontologiques“ (1863—67). Vergl. Soret, Francois Jules P. (Genf 1872).

vernünftigere Anschauungen über die Aufeinanderfolge der Lebewesen reifen zu lassen.

Obwohl das Uebermaß des Plutonismus sich bald dämpfte, nachdem man erkannt hatte, daß die Vulkane keine blasenförmigen Auftreibungen der Erdrinde, sondern Aschenaufschüttungen, und daß die Krater hoher Kettengebirge eher Folgen als Ursachen der Gebirgserhebungen seien, bedurfte es doch der Beseitigung der Katastrophen-Vorstellung überhaupt. Schon Lamarck hatte sie in seiner „Hydrogeologie" (1801) bekämpft, und die Veränderungen der Erdoberfläche von einer langsamen säkularen Wanderung der Meere abgeleitet, die er von der Mondanziehung abhängig und daher von Osten nach Westen fortschreitend dachte und in der Philosophie zoologique (1809) diejenigen bitter getadelt, welche, wenn sie nicht weiter müßten, alsbald eine große Naturrevolution und Erdumwälzung herbeiriefen, während man in der Gegenwart doch sähe, daß große vulkanische oder Ueberschwemmungs-Katastrophen immer nur einen lokalen Charakter hätten und gar kein Grund vorhanden wäre, anzunehmen, daß es in der Vorzeit anders gewesen sei, da die langsame Veränderung der Lebewesen genüge, allen Wechsel der Naturformen zu erklären. Aber dieser wohlgezielte und wohlberechtigte Ausfall gegen Cuvier ging ebenso spurlos bei den Zeitgenossen vorüber, wie die übrigen Gedanken seiner Bücher, und erst die 1822 begonnenen Studien Hoffs ebneten einer vernünftigeren Anschauung über die langsame Veränderung der Erdoberfläche die Wege.

Den Hauptschlag gegen die alte romantische Theorie der Erdrevolutionen führte dann aber Lyell, der in seinen Grundsätzen der

Hoff, Karl Ernst Adolf von. Geb. 1. Novbr. 1771 in Gotha, studirte in Göttingen und Jena die Rechte und daneben Naturwissenschaften, trat bei der geheimen Kanzlei in Gotha und später ins Staatsministerium ein, ward Kurator der Sternwarte Seeberg, 1828 Direktor des Oberkonsistoriums und 1832 der wissenschaftlichen und Kunstsammlungen, und starb 24. Mai 1837. Sein Hauptwerk war die „Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche" (Gotha 1822—41, 5 Bände).

Lyell, Sir Charles. Geb. 14. Novbr. 1797 zu Kinnordy in Forfarshire, studirte seit 1816 in Oxford die Rechte, daneben Naturwissenschaften, besonders Geologie und wurde, nachdem er sich 1819 in London als Sachwalter niedergelassen, bald eifriges Mitglied der geologischen Gesellschaft und seit 1823 Sekretär derselben. 1831 übernahm er eine Professur der Geologie am Kings-College, erhielt 1848 den Adel, machte Reisen durch die geologisch lehrreichsten Länder Europas und Nordamerikas, beschäftigte sich später auch mit der Vorgeschichte des Menschen in Europa, starb 22. Febr. 1875 in London und ruht in der Westminsterabtei. Hauptwerke: Principles of geology (London 1830—33, 3 Bde., 12. Aufl., 1876, Deutsch von Cotta (Leipzig 1857—58, 2 Bde.), Elements of geology (das. 1837, 6. Aufl., 1865), Geological Evidences of the antiquity of man. (1863, 4. Aufl. 1873, Deutsch von Büchner, 2. Aufl. 1874).



Geologie" (1830—33) den auf eingehenden Studien begründeten Nachweis erbrachte, daß die kleinen Oberflächen-Veränderungen, wie wir sie heute vor unsern Augen ununterbrochen fortschreiten sehen, die Schlammniederschläge und Deltabildungen der Flüsse, die Absätze der stehenden Gewässer und Meere, die langsame Hebung der Küsten und Kontinente, Abwitterung und Erosion, Korallenbauten u. s. w. im Laufe langer Zeiträume zu den Endergebnissen führen, die uns nun, wie Werke gewaltsamer Umwälzungen erscheinen, weil wir die langsame Arbeit von Jahrtausenden in einen einzigen Anblick zusammengedrängt sehen. In Wirklichkeit könnten alle Veränderungen der Erdoberfläche mit Leichtigkeit als Wirkungen der noch jetzt thätigen Naturkräfte (existing causes) erklärt und verstanden werden, wenn man ihnen nur die nöthige Zeit lasse und diese Zeit sei reichlich vorhanden. Die unmittelbare Folge, dieser, wie alles Neue mit Widerstreben aufgenommenen Verbannung der Romantik aus der Erdgeschichte, war die Erkenntniß, daß der Wegfall alles Leben vernichtender Erdkatastrophen, nunmehr der Erkenntniß der Kontinuität des Lebens und der Lebensformen freie Bahn eröffnete.

Die ersten, die davon ausgiebigen Gebrauch machten, waren die Botaniker, welche den ausgestorbenen Pflanzen ihr Studium gewidmet hatten, von denen hier nur die Arbeiten des Freundes Goethes, Grafen Sternberg (1820—38), Brongniarts (1828—37), Göpperts (1837—45) und Cordas (1845), kurz genannt seien. Unger sprach es schon 1852 unumwunden aus, daß er in zwanzigjähriger Vorarbeit an den fossilen Pflanzen die Ueberzeugung gewonnen habe, der Glaube an die Unveränderlichkeit der Arten sei eine Illusion, denn die im Laufe der geologischen Zeiträume neu auftretenden Arten stünden offenbar im organischen Zusammenhange, die jüngeren seien aus den älteren hervorgegangen. Denselben Gedankengang legte Kützing in seinen Grundzügen der philosophischen Botanik (Leipzig 1851—52) und in dem Programm der Realschule von Nordhausen (1856), das vom Artbegriffe handelte, noch eingehender dar, indem er mit Anknüpfung an die Unger'schen Forschungen schrieb: „ . . . . . in so zahlreichen Formen und so entwickelt auch jetzt die heutige Pflanzenwelt die Erde schmückt, so müssen jene doch zum Theil als die Nachkommen derjenigen Arten angesehen werden, welche schon in den früheren und frühesten Perioden unsres Erdkörpers vorhanden waren, und obgleich ein un-

Kützing, Friedrich Traugott. Geb. 8. Dez. 1807 in Ritteburg bei Artern, wurde Apotheker, studirte dann in Halle Naturwissenschaften, wirkte seit 1838 als Lehrer der Naturwissenschaften an der Realschule in Nordhausen, trat 1883 in Ruhestand und starb am 9. Sept. 1893 daselbst. Er war der Begründer der speziellen Algenkunde und schrieb: Tabulae phycologicae (Nordhausen 1845—70, 20 Bände mit 2000 kolorirten Tafeln). Phycologia generalis (Leipzig 1843 mit 80 kolorirten Tafeln). Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen (Nordhausen 1844 mit 30 Tafeln).

unterbrochener Zusammenhang der späteren Gebilde mit den früheren stattgefunden hat, so sind dennoch Arten verschiedener Perioden von einander verschieden, und dies um so mehr, je weiter sich die Perioden von einander entfernen. Jede Periode hat daher auch ihren besondern Charakter und zwar so, daß in der ältesten die einfachsten Gebilde, in der Steinkohlenperiode die Gefäßkryptogamen, in der Triasperiode die Monokotyledonen, in der Juraperiode die Gymnospermen herrschen und so fort, bis in die jetzige hinein, wo die dialypetalen Dikotyledonen herrschen. So sehen wir also in der Erdrinde zugleich die Geschichte der ganzen Pflanzenwelt niedergelegt, und ihr Studium zeigt uns, wie sich die höher entwickelten Arten und Gruppen allmälig aus niedrigstehenden hervorgearbeitet haben. Namentlich können die Spezies nach solchen Ergebnissen nicht mehr als ein im Anfang Geschaffenes angesehen werden; sie erscheinen vielmehr als Glieder einer ungeheuren Entwicklungsreihe, die sämmtlich ihre große historische Bedeutung haben."

Es ist hier nicht unsre Aufgabe, den Fortschritten der Erdgeschichte weiter zu folgen, nur zwei Punkte, die mit der Geschichte des Lebens näheren Zusammenhang haben, müssen wir noch kurz betrachten, die Eiszeit- und die Koralleninsel-Theorie. Die großen Findlingsblöcke, die sich über die nordeuropäischen Länder, und namentlich auch über die norddeutsche Tiefebene zerstreut finden, hatten früh die Aufmerksamkeit der Forscher, wegen der Seltsamkeit des Vorkommens granitischer Gesteine in bedeutender Ferne von Felsgebirgen erregt. Erst dachte man, diese Blöcke, welche die vorzeitlichen Bewohner mit Vorliebe zur Herstellung ihrer gigantischen Grabdenkmale und Erinnerungszeichen gewählt haben, müßten durch Vulkane oder Gasexplosionen aus dem Erdinnern hervorgeschleudert worden sein, und der Berliner Oberkonsistorialrath Esaias Silberschlag meinte in seiner „Geogenie oder mosaischen Erderschaffung" (1780), die meist mit Wasser gefüllten nahezu kreisrunden Sölle der norddeutschen Tiefebene seien die ehemaligen Krateröffnungen. Ihm folgte J. A. Deluc in seiner „Physik der Erde" (1803) mit einer ähnlichen Theorie, während die Mehrzahl der Erdforscher damals an große Fluthen dachte, welche die Blöcke etwa vom Nordrande der Sudeten herabgerissen hätten. Der ausgezeichnete Göttinger Mineraloge Hausmann brachte sodann von seiner Skandinavischen Reise (1806—7) die Erkenntniß mit, daß es sich bei allen diesen nordischen Findlingen oder erratischen Blöcken, wie man sie nun nannte, um von den skandinavischen Gebirgen stammende Gesteine handele. Wie sie aber von dort hergekommen, schien ein Räthsel, welches selbst Leopold von Buch, der sich angelegentlichst mit der Lösung beschäftigte, nicht herausbekommen konnte.

Die Aufklärung kam aus einem Lande, wo sich vielfach ähnliche Erscheinungen finden, Felsblöcke, deren Herkunft von bestimmten Alpengipfeln deutlich erkannt wurde, obgleich sie jetzt in den

Flußthälern viele Meilen von denselben entfernt lagern, vielfach bis zu den Abhängen des Jura-Gebirges hin. Der französische Geologe Deodat de Dolomieu (1750—1801), dem zu Ehren die Dolomiten benannt sind, hatte ebenso wie der schweizerische Gebirgsforscher Ebel die Verlegenheits-Hypothese einer ehemals vorhanden gewesenen, nachher weggewitterten schiefen Ebene von jenen Schweizer Gipfeln bis zum Jura aufgestellt, um das Hinabrutschen in so weite Fernen zu erklären, während Horace Benedict de Saussure in seinen „Alpenreisen" (1779—1796) große Staufluthen annahm, die katastrophenartig hinabgestürzt seien und diese oft Hunderte von Centnern schweren Blöcke davongeführt, ja mitunter selbst an den Abhängen entgegenstehender Berge wieder emporgeschoben hätten. Der englische Geologe John Playfair erkannte aber schon 1815, daß der 13 Meter hohe Pierre-à-Bot, der aus der Gegend von Martigny stammend, 22 Wegstunden zurückgelegt hat, und dann 700 Fuß hoch über Neuchâtel abgesetzt wurde, nimmermehr durch eine Wasserfluth dahingebracht sein könne, denn: „Ein Gletscher" schrieb er, „welcher die Thäler mit seinem Eisstrome erfüllt, und welcher die Blöcke ohne Reibung auf seiner Oberfläche fortführt, ist das einzige Agens, welches wir für fähig halten, dieselben in eine solche Ferne zu transportiren, ohne die scharfen Kanten, welche für diese Felsmassen so charakteristisch sind, zu zerstören".

Diese erst um 1822 veröffentlichten Ansichten kannte aber der schweizerische Ingenieur Venetz nicht, als er 1821 in Beantwortung einer Preisfrage über das damals bedrohliche Vorrücken der Gletscher auf ein früheres viel ausgedehnteres Vorrücken derselben hinwies, durch welches Gletscherschutt in Form von Moränen und erratische Blöcke viele Meilen von ihrer wohl erkennbaren Ursprungsstätte thalabwärts getragen seien. Diese Ansichten blieben nicht ganz unbemerkt und im „Wilhelm Meister" (1828) läßt Goethe einige Gelehrte über die verschiedenen Erklärungsarten der Steinwanderungen verhandeln, worauf es zum Schluße heißt: „Zuletzt wollten zwei oder drei stille Gäste sogar einen Zeitraum grimmiger Kälte zur Hülfe rufen, und aus den höchsten Gebirgszügen auf weit ins Land hingesenkten Gletschern gleichsam Rutschwege für schwere Ursteinmassen bereitet, und diese auf glatter Bahn fern und ferner hinaufgeschoben im Geiste sehen. Sie sollten sich bei eintretender Epoche des Aufthauens niedersenken und für ewig im fremden Boden liegen bleiben."

In der Schweiz waren diese Venetz'schen Ansichten nicht so bekannt geworden, wie in Weimar, denn als der ehemalige Salinen-Direktor in Bex (Waadtland) Johann von Charpentier 1829 aus Venetz Munde die Ansicht aussprechen hörte, auch die erratischen Blöcke der Jura-Abhänge entstammten einem großen Gletscher, der sich 60 Wegstunden weit durch das ganze Wallis erstreckt haben müsse, kam ihm diese Ansicht zunächst ganz abenteuerlich vor

Er erinnerte sich aber später, daß ihm schon 1815 ein einfacher Gemsenjäger Perraudin von einem großen Gletscher erzählt hatte, der die Blöcke bei Martigny aus weiter Ferne herangetragen, trat der Sache nun näher, fand die ihm anfangs so sehr vermessen erschienene Theorie von der Gletscherzeit wohl begründet, so daß er sie 1834 in Luzern der schweizerischen Naturforscherversammlung vortrug und 1841 seine Abhandlung über die Gletscher des Rhonethals herausgab, die er mit jenem Citat aus „Wilhelm Meister" als Motto schmückte. Es war eine wohlverdiente Huldigung für den Dichter, der schon 1828 für die Gletschertheorie Partei genommen hatte, denn zur Erklärung der Ursache, warum die Urheber der Gletschertheorie nicht durchdrangen, hatte er ärgerlich und mit einem Hieb auf die ihm verhaßten Plutonisten hinzugefügt: „Man hielt es ungleich naturgemäßer, die Erschaffung einer Welt mit kolossalem Krachen und Toben, mit wildem Heben und heftigem Schleudern vorgehen zu lassen".

Im Jahre 1836 kehrten die damals befreundeten jungen Naturforscher Louis Agassiz und Karl Schimper in Charpentiers gastfreien Hause ein, schlossen sich mit Begeisterung seiner Erklärung der Irrblockwanderungen an, und erweiterten die Idee der Gletscherzeit alsbald zu dem Gedanken einer allgemeinen, die ganze Erde betreffenden „Eiszeit", die Schimper sodann in einem 1837 gedruckten Gedichte „Die Eiszeit" besang, worin der Mammute und Pachydermen gedacht wird, die damals im nordischen Urwalde grasten und dann in Eis begraben wurden. Bekanntlich hat sich einige Jahre später Agassiz das Verdienst erworben, mehrere Sommer nacheinander eine Anzahl junger Naturforscher auf dem Unteraargletscher zu versammeln, welche genauere Messungen der Gletscherbewegungen anstellten und dadurch die Theorie abrundeten. Sie schliefen in einer Hütte, deren Dach von einem geneigten erratischen Block gebildet wurde, den der Gletscher thalabwärts führte, und dem man scherzhaft die Firma: Hôtel des Neuchâtelois aufmalte und auf ihre Beobachtungen hin veröffentlichte Agassiz später die Werke (vgl. S. 625), auf welche sein (von Schimper bestrittener) Anspruch beruht, der Urheber der Eiszeit-Theorie zu sein.

Auf die nordeuropäischen erratischen Verhältnisse schien sich die schweizerische Theorie nicht unmittelbar anwenden zu lassen, da man Bedenken trug, von den skandinavischen Gebirgen herabkommende Gletscher bis zu dem Fuße der Sudeten und England gehen zu lassen, und hier fand die besonders von Lyell ausgebaute Drifttheorie, welche annahm, daß die Eisschollen und Eisberge von skandinavischen Gletschern, die bis zum Meere hinabreichten, mit Felsblöcken befrachtet, nach den südlichen und südwestlichen Gestaden geschwommen seien und dort ihre Lasten abgeladen hätten, anfangs mehr Anhänger. Sie hatte den Vorzug, nur einen Vorgang als Unterlage zu benutzen, der noch heute unter unsern Augen stattfindet, z. B. an

der Ostküste Nordamerikas, wo alljährlich viele nordischen Blöcke durch Eisberge bis in die Gegend von Neufundland geführt werden, die von der Wärme des Golfstroms geschmolzen, ihre Blöcke ins Meer fallen lassen. In neuerer Zeit ist jedoch auf Anregung des Schweden Torell die Vergletscherung des nordeuropäischen Tieflandes durch deutsche Geologen, wie Behrend, Credner, Keilhack, Penck u. A. genauer studiert worden und Baron von Toll hat auch das Bodeneis Sibiriens, in welchem die Mammut- und Nashorn-Reste mit Haut und Haar begraben liegen, als fossiles Gletschereis erkannt, in dessen Spalten jene Eiszeit-Thiere gefallen waren. Für das Verständniß der Pflanzen- und Thierverbreitung in unsern Zonen wurde die Eiszeit, in deren Nähe auch der Mensch seine ältesten Spuren zurückgelassen hat, ein wichtiges klärendes Erkenntniß-Moment.

Ein ebenso undurchdringliches Räthsel, wie die Eiszeitspuren, bildeten bis in die ersten Jahrzehnte des XIX. Jahrhunderts hinein die „niedrigen Inseln" oder Atolle der Südsee, ringförmige Korallenbauten, die wie gewaltige Thürme aus dem Grunde des Meeres emporwachsen und oben eine Lagune zeigen, die von einem meist nicht sehr breiten Streifen bewohnbaren und meist mit Dattelpalmen und Gebüsch bestandenen Strandes umgeben ist. „Welches Wunder diese Atolle zu sehen, jedes eingeschlossen von einem großen steinernen Wall, an dessen Bau keine menschliche Kunst Theil hat? Wie sind sie entstanden, welche Kräfte haben ihnen die eigenthümliche Form gegeben?" rief P. de Laval 1605 beim ersten Erblicken dieser meist nur wenige Fuß über die Meeresoberfläche aufsteigenden Ringinseln aus, die meist ganz plötzlich am Horizont des Schiffers aufsteigen. Die Forscher des vorigen Jahrhunderts nahmen an, ihre Fundamente würden von dem Kraterrande erloschener submariner Vulkane gebildet, daher ihre Ringform, die übrigens keineswegs regelmäßig rund ist. Im zweiten Jahrzehnt des XIX. Jahrhunderts stellte der Schiffsarzt Eschscholtz, der mit Chamisso die Weltumseglung Kotzebues begleitete, die noch in neuerer Zeit von Semper und Murray neu hervorgesuchte Theorie auf, die Korallenriffe wüchsen als kompakte Massen vom Meeresgrunde empor, breiteten sich aber nachher centrifugal aus, weil die den Riffstein absondernden Polypen in der Peripherie günstigere Ernährungsbedingungen fänden, als die im Innern wohnenden, weshalb diese nach und nach abstürben, und ihr Bau aufgelöst würde, so daß dadurch die Ringform der Atolle entstände.

Allen solchen Theorien, welche die Riffe vom tiefen Meeresgrunde aufbauen lassen, wurde der Lebensfaden abgeschnitten, als die Naturforscher der Urania-Weltumseglung (1825) feststellten, daß riffbildende Korallenpolypen nur in mäßigen Tiefen zu leben vermögen und kaum noch in 20 Faden Tiefe, sicherlich nicht mehr bei 30 Faden lebend gefunden werden. Da nun aber Atolle in Meeresgründen von vielleicht hundertmal so großen Tiefen angetroffen



werden, so konnten sie sicherlich nicht von unten aufgebaut sein, wenn das betreffende Meer schon beim Beginn des Ringbaus ebenso tief gewesen wäre. Aus diesem Dilemma fand erst der Scharfblick Darwins, der die Korallenbauten auf seiner Weltumseglung mit dem Beagle (1832—36) beständig im Auge behalten und die Atolle des offenen Meeres mit den Saumriffen, welche die Küsten als Saum einfassen und den Damm- oder Wallriffen, welche in einiger Entfernung vom Ufer bleiben, und durch einen Meeresarm von demselben geschieden sind, verglichen hatte, den Ausweg. Da die Korallenthiere in größeren Tiefen nicht leben können, so können alle Riffe, sagte er sich, nur im seichten Meere, in der Nähe der Küsten entstehen; sie sind ursprünglich alle Saumriffe gewesen. Umgürtete das Saumriff eine Insel, so bildete es einen Ring, der nur an solchen Stellen durchbrochen war, wo Süßwasserläufe der Insel sich ins Meer ergossen, weil diese Thiere im süßen Wasser nicht zu leben vermögen. Sank nun der Meeresboden im Laufe der Jahrtausende, so bauten die Korallenthiere nach oben weiter, aber das Riff entfernte sich weiter vom Ufer der Insel und aus dem Saumriff wurde ein in einiger Entfernung dieselbe umgürtendes Wallriff. Dauerte das Sinken noch weiter an, so daß die höchsten Erhebungen der Insel unter dem Wasserspiegel verschwanden, so wurde aus dem immer wieder zur Oberfläche emporsteigenden Wallriff ein Atoll, welches, wenn seine Dachung versandete, eine bewohnbare Ringinsel wurde.

Darwins Atoll-Theorie fand bald nach ihrer Veröffentlichung (1842) den Beifall erfahrener Sachverständigen, Humboldt gab ihr entschieden den Vorzug vor der Krater-Theorie, die mit Kratern von 8—15 Meilen Durchmesser, wie sie nirgends vorkommen, rechnen müßte, erwartete aber eine endgültige Entscheidung erst von der Untersuchung der Fundamentmauern eines Atolls. Eine solche ist, um den Anhängern der alten wie der neuen Theorie zu genügen, in den letzten Jahren des Jahrhunderts von Sollas und David auf der Insel Funafuti, einem typischen Atoll der Ellicegruppe seit 1896 begonnen worden, und hier fand der Diamantbohrer noch in Tiefen, die über 3000 Meter hinausgingen, in denen also Korallenthiere nicht leben können, den mit Sandnestern abwechselnden Riffstein, in welchen sich das Korallengerüst allmälig umwandelt. Damit ist die Darwin'sche Atoll-Theorie zu einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit erhoben.

In den Meeren, welche Europa zu verschiedenen Zeiten bedeckt haben, gab es zu wiederholten Malen ansehnliche Korallenbauten, die uns in Gemeinschaft mit zahlreichen fossilen Pflanzen- und Thierresten lehren, daß damals das Klima Nord- und Mittel-Europas viel milder und seine Meere erheblich wärmer gewesen sein müssen, als später. Denn die heute lebenden riffbildenden Korallen gedeihen nur in warmen Meeren und es ist nicht wahrscheinlich, daß es früher anders gewesen. Die nördlichsten Korallen-



bauten auf unserer Halbkugel kommen heute im rothen Meere vor. In der Primärzeit aber bevölkerten sie auch unsre nordischen Meere und verschiedene Inseln derselben bestehen wesentlich aus Korallenkalk. Noch mächtigere Korallenriffe umzogen nach der Ansicht bewährter Geologen die Ufer des Alpenlandes, um welche das Triasmeer und später das Jurameer brandete und die Dolomit- und Kalkgebirge ihrer Umgebung wurden von ihnen aufgebaut. So liefern die fossilen Korallen ebenso Beiträge zu einer Klimatologie der Vorzeit, wie die erratischen Blöcke und sonstige Gletscherspuren; beide erzählen uns von den Wanderungen und dem Wechsel des damaligen Thier- und Pflanzenlebens in unsern Breiten.

Die Begründung der Abstammungslehre durch Darwin.

In den fünfziger Jahren schien die Zeit für eine unbefangene und gesündere Auffassung des Zusammenhanges der Lebensformen endlich gekommen; wir haben gehört, daß Unger (1852) und Kützing (1856) in Deutschland von der Betrachtung der fossilen Pflanzenformen ausgehend, die Abstammung der jüngern von den ältern Formen darlegten; ähnliches thaten Naudin (1852) und Lecoq (1854) vom morphologisch botanischen Standpunkte, und Ludwig Büchner (1855) und Herbert Spencer (seit 1852), aus mehr philosophischen Gründen. In dem Umstande, daß die Botaniker darin den Zoologen voraus waren, erkennen wir die Nachwirkung des Cuvier'schen Geistes. Eine Ausnahme machten die zuerst im Jahre 1844 in England anonym erschienenen, dann von Chambers adoptirten Vestiges of the natural history of creation, welche an der Hand der damals bekannten paläontologischen Thatsachen die Abstammungslehre mit glänzender Darstellungsgabe vertheidigten, obwohl dabei mancherlei Mißverständnisse und offenbar falsche Combinationen unterliefen. Da der Verfasser von niedern Formen ausging, denen der Schöpfer das Vermögen eingepflanzt hätte, sich zu höhern Formen zu entwickeln, so erregte das Buch bei der englischen Orthodoxie auffallend wenig Anstoß.

Nur einige wenige Forscher, wie Lyell und Hooker, wußten

Chambers, Robert. Geb. 10. Juli 1802 in Peebles, begründete mit seinem Bruder William in Edinburg eine große Verlagsbuchhandlung, für die er selbst zahlreiche Werke schrieb und starb 17. März 1871. Seine „Schöpfungsspuren" erlebten 1884 eine 12. Auflage und wurden von Carl Vogt ins Deutsche übersetzt (Braunschweig, 2. Aufl., 1858).

damals, daß Darwin sich seit seiner Weltumseglung mit ähnlichen Gedanken von einer Entstehung der höhern Lebensformen aus niedern trug, die er schon 1839 niedergeschrieben und ihnen 1844 im Manuskript vorgelegt hatte. Allerlei Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie, die auf dieser Reise seine Aufmerksamkeit gefesselt hatten, ließen gar keine andere Erklärung zu als die, daß gewisse, in den besuchten Ländern vorkommende Thiere und Pflanzen die Nachkommen ausgestorbener Formen seien, welche früher dort und nirgendswo anders gelebt hätten, wie z. B. das Geschlecht der Gürtel- und Faulthiere Südamerikas. Aus dem Pampasschlamm Patagoniens hatte er mit seinen Begleitern die Reste ausgestorbener Riesenformen dieser Geschlechter ausgegraben und schrieb damals in sein Tagebuch: „Diese wunderbare Verwandtschaft zwischen den lebenden und ausgestorbenen Thieren eines und desselben Kontinents wird unzweifelhaft noch später mehr Licht auf das Erscheinen organischer Wesen auf unserer Erde, sowie auf ihr Verschwinden von derselben werfen, als irgend welche andre Klasse von Thatsachen."

Auch für die vorzeitlichen Vorgänge des Aussterbens einzelner Arten und des Ueberlebens anderer gaben Folgen einer Dürre, die

Darwin, Charles Robert, Enkel von Erasmus Darwin (S. 568). Geb. 12. Febr. 1809 in Schrewsbury, studirte seit 1825 in Edinburg Medizin, dann in Cambridge Naturwissenschaften, schloß sich 1831 der fünfjährigen Forschungsexpedition des Beagle unter Kapitän Fitzroy an, besuchte trotz seines durch langwierige Seekrankheit sehr mitgenommenen Gesundheitszustandes, beständig mit geologischen, botanischen und zoologischen Beobachtungen beschäftigt, Brasilien, Argentinien, Patagonien, wo er in den Pampas Ausgrabungen ausgestorbener Thiere leitete und Feuerland, die Westküste Südamerikas, die Galapagos- und verschiedene Südsee-Inseln, Australien sowie auch Neuseeland und kehrte Oktober 1836 nach England zurück, welches er nie wieder verlassen hat. Nachdem er die mitgebrachten Sammlungen geordnet, die Expeditionsberichte theils selbst bearbeitet und theils eingeleitet hatte, lebte er seit 1842 seiner schwankenden Gesundheit halber sehr eingezogen, aber mit unermüdlichen Nachforschungen und Beobachtungen beschäftigt, auf seinem Landsitz in Down bei Beckenham (Kent), unterbrach diesen Landaufenthalt hinfort nur durch kurze Reisen nach London oder ins Bad, starb daselbst am 19. April 1882 und wurde mit großem Gepränge in der Westminsterabtei bestattet. Seine biologischen Hauptwerke, die mit Ausnahme der im Text erwähnten Monographien über lebende und fossile Rankenfüßler, sämmtlich von V. Carus übersetzt, in der Stuttgarter Gesammt-Ausgabe deutsch erschienen sind, waren nach der Reihenfolge ihres Erscheinens: A Naturalist's Voyage (wie alle folgenden in London erschienen) 1860. — The structure and distribution of Coral Reefs (1842). — On the Origin of Species by means of Natural Selection 1859. — On the Various Contrivances by which Orchids are fertilised by Insects 1862. — The Movements and Habits of Climbing Plants 1867., — The Variation of Animals and Plants under Domestication 2 vol. 1868. — The Descent of Man and Selection in Relation to Sex



damals (1833) eben zu Ende gegangen war, lehrreiche Anhaltspunkte. Tausende dem Verhungern und Verdursten nahen Rinder waren im Paranafluß und in den Morästen umgekommen, da sie meist, wenn sie zum Wasser gelangten, so erschöpft waren, daß sie nicht mehr die Ufer erklettern konnten, das Niata-Rind, eine Abart mit vorgeschobener Unterlippe, die nicht im Stande war, Baumlaub oder Schilf abzurupfen, hatte sich im Freien nicht erhalten können, und war dort ganz zu Grunde gegangen. Die Vertheilung der jetzt lebenden Thiere und Pflanzen bot ihm ebenfalls viel Nachdenkliches. So sah er, daß die Nager diesseits und jenseits der Andenkette ganz verschieden waren und auf den Galapagos-Inseln, die 900 Kilometer von Amerika entfernt liegen, fand er eine zwar im Wesentlichen der amerikanischen ähnliche, aber in den Arten ganz verschiedene Fauna und Flora. Letztere schien allerdings aus amerikanischen Formen entstanden, hatte sich aber so verändert, daß beispielsweise eine nur dort vorkommende baumartige Kompositen-Gattung (Scalesia), die den hauptsächlichsten Waldbestand der Inseln bildet, daselbst fast auf jeder einzelnen Insel eine besondere Art gebildet hatte; nur ausnahmsweise kamen zwei Arten auf derselben Insel vor. Ebenso hatten 7 Inseln jede ihre eigene Wolfsmilch-Art, aber alle gehörten zu einer Gattung, die nur auf diesen Inseln vorkommt, und ähnliches wurde sogar bei einigen Vogelgattungen beobachtet, deren Arten bestimmten Inseln eigen waren. Die Weltabgeschiedenheit dieser in einer jüngern Erdperiode entstandenen vulkanischen Inseln hatte sie gleichsam zu einem Demonstrationsgebiet für die Entstehung der Arten gemacht; nur wenige Keime jener amerikanischen Komposite und Euphorbiacee mochten, um bei den gewählten Beispielen zu bleiben, dort hingelangt sein, aber die verschiedenen Lebensbedingungen dieser theilweise ziemlich weit von einander entfernt liegenden Inseln schien aus jedem Keime eine andre Art im Laufe der Jahrtausende gemacht zu haben.

Mit solchen und ähnlichen Eindrücken reichlich erfüllt, kehrte Darwin heim, und fiel alsbald auf ein Erklärungsprinzip, welches begreiflich macht, wie die äußern Naturbedingungen in der Art,

1871. 2 vol. — The Expression of the Emotion in Man and Animals 1872. — Insectivorous Plants 1875. — The Effects of Cross- and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom 1876. — The different Forms of Flowers on Plants of the same Species 1877. — The Power of Mouvement in Plants (mit seinem Sohne Francis) 1880. — The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms 1881. Er schrieb noch eine Lebensskizze seines Großvaters Erasmus Darwin (mit Ernst Krause) 1879, Deutsch Leipzig 1880 und eine Reihe kürzerer Beiträge, die Ernst Krause als „Gesammelte kleinere Schriften" von Ch. D. (Leipzig 1886) herausgab. Vergl. Life and Letters of Ch. D. von seinem Sohne Francis D. (London 1887, Deutsch von Carus, Stuttgart 1887), Ernst Krause, Ch. D. und sein Verhältniß zu Deutschland (Leipzig 1885), Preyer, Ch. D. (Berlin 1895).

wie ein Züchter neue Rassen in seiner Heerde erzielt, züchtend wirken und die Arten verändern können. Wie er berichtet, gab ihm der 1798 zuerst anonym erschienene Essay on the principles of population des National-Oekonomen Malthus (1766—1834) den ersten Anlaß zur Aufstellung seiner Theorie der natürlichen Zuchtwahl, die schon in der erwähnten Niederschrift von 1839 enthalten war, von welcher er 1844 Abschriften an Hooker und Lyell mittheilte, um ihr Urtheil zu hören. Grade so, wie Malthus von einer Neigung der menschlichen Bevölkerung, sich rascher als die Lebensmittel zu vermehren ausgeht, woraus ein „Kampf ums Dasein“ entsteht, aus welchem nur die fähigeren Individuen siegreich hervorgehen, so mußte dies noch in viel höherem Maße bei Thieren und Pflanzen eintreten, die fast immer eine stärkere, oft tausendfach größere Vermehrungskraft besitzen, als der Mensch.

Würd' der Vermehrung einer Art nichts wehren,
Bald fehlt ihr Raum in Ländern, Luft und Meeren,

hatte schon sein Großvater gesungen. Da die meisten Thiere und Pflanzen auch in der freien Natur stark variiren, d. h. zahlreiche Abarten bilden, so würden unter bestimmten äußern Bedingungen, nur diejenigen Abarten Aussicht haben, aus dem Concurrenz-Kampfe siegreich hervorzugehen, die sich den gegebenen Bedingungen besser anpassen können, z. B. in einer Zeit der Dürre oder in der Wüste solche, die mit weniger Wasser haushalten können u. s. w. Diese Schlußfolge der natürlichen Zuchtwahl, die man auch als das Ueberleben des Passendsten umschrieben hat, ist so zwingend, daß sie sich verschiedenen Forschern aufdrängte, z. B. dem Dr. Wells, der sie 1813 auf die Entstehung gegen Tropenkrankheiten immuner Menschenrassen anwendete, und Matthews 1831 und ebenso Wallace 1858, wie Darwin, vielleicht allesammt mehr oder weniger durch Malthus angeregt. Es mag gleich hier bemerkt werden, daß die Uebersetzung des

Hooker, Joseph Dalton, Sohn des berühmten Botanikers Sir William Jackson Hooker (1785—1865). Geb. 30. Juni 1817 zu Halesworth (Suffolk), studirte 1835—39 in Glasgow Medizin und Naturwissenschaften, begleitete als Arzt die antarktische Expedition des Kapitäns Clark Roß (1839—43) auf dem Erebus und Terror, erforschte Kerguelenland, Neuseeland, Australien und die Falklandsinseln botanisch, ebenso 1847 einen Theil des Himalaya und Tibets, Ost-Bengalen und kehrte 1851 mit ca. 6000 neuen Pflanzen heim. Später bereiste er noch Nordafrika (1871) und Nordamerika (1877). Er wurde 1855 Subdirektor und 1865 als Nachfolger seines Vaters Direktor des Botanischen Gartens in Kew, und trat 1885 in Ruhestand. Von seinen zahlreichen botanischen Werken und Monographien ist besonders die Flora Tasmaniae (London 1860 2 Bde.), von Interesse, weil sie eine pflanzengeographische Einleitung enthält, die bereits ganz auf Darwinschen Grundsätzen basirt ist, ja er hatte eine solche bereits der Flora antarctica (1856) vorausgeschickt.

Darwin'schen Ausdruckes struggle for existence mit Kampf ums Dasein nicht ganz glücklich ist, da das Emporkommen oft ohne jede direkte Benachtheiligung der Mitstrebenden durch die besser den Verhältnissen angepaßte Form der Art geschehen kann. Es wäre vielleicht besser gewesen, den Vorgang deutsch als Mitbewerbung (Konkurrenz) zu bezeichnen, aber der „Kampf ums Dasein" wurde nun zum geflügelten Wort und war nicht zu ändern. Nimmt man an, daß die durch die natürliche Auslese oder Zuchtwahl bevorzugten Abarten die Veränderungen, durch welche sie siegreich aus der Konkurrenz hervorgingen, auf ihre Nachkommen vererbten, so ist damit eine unpersönliche treibende Ursache gewonnen, die ganz ähnlich wie der Viehzüchter oder Gärtner eine gewisse Wahl ausübt, und damit die Abänderungen in bestimmte Bahnen drängt.

Statt nun diese neue und lichtvolle Auffassung der lebenden Natur alsbald der Oeffentlichkeit vorzulegen, zog es Darwin vor, sie durch lange und unermüdliche Studien über die Veränderlichkeit der Pflanzen und Thiere im Freien, wie unter der Hand des Menschen zu vertiefen und die gegenseitigen Beziehungen der Lebewesen zu studiren. Ein außerordentlich verzweigter Briefwechsel wurde eingeleitet, um über dunkle Punkte Aufklärung zu erhalten, und so ein Material zusammengebracht, welches eine sichere Grundlage für weitere Schlüsse bildete. Diese forschende Thätigkeit bildete gewissermaßen die Erholungsarbeit, während er seine direkten Reiseergebnisse, Beobachtungen und Sammlungen bearbeitete und herausgab. Von diesen erschien zuerst der Reisebericht als dritter Band des allgemeinen Reisewerkes (1839), der später in umgearbeiteter Form den Titel „Reise eines Naturforschers um die Welt" (1845) erhielt. Dann gab er die „Zoologie der Beagle-Reise" heraus, wovon die Bearbeitung der gesammelten fossilen Reste durch Owen 1840, der Säugethiere durch George R. Waterhouse 1839, der Vögel durch Gould und Gray 1841, der Fische durch Leonard Jenyns 1842 und der Reptile durch Thomas Bell 1843 erschienen. Sein oben erwähntes Buch über „den Bau und die Vertheilung der Korallenriffe", folgte als erster Band der geologischen Beobachtungen 1842, und ihm schlossen sich die Beobachtungen über vulkanische Inseln und die Geologie Südamerikas als zweiter und dritter Band 1844 und 46 an. Um sich als Systematiker und Morphologe zu erproben und das Handwerk der Cuvier und Owen von Grund aus zu erlernen, machte er sich dann an eine große Monographie der fossilen und lebenden Rankenfüßler (Cirripeden), jener eigenthümlichen Krebsfamilie, die infolge einer auf fremden Körpern festwachsenden Lebensweise Fühler, Augen, und andre Organe einbüßen und sich mit einer aus vielen getrennten Stücken bestehenden Schale bekleiden, so daß sie Linné und selbst noch Cuvier (1830) zu den Mollusken gerechnet hatten. Diese Monographie erschien 1851—54 in vier Quartbänden, die theils auf Kosten der Londoner Paläontologischen Gesellschaft, theils der Ray-Gesellschaft gedruckt

wurden. Sie lieferte neben dem Nachweis einer ausgezeichneten Begabung des Verfassers als Systematiker, zugleich die interessante Entdeckung, daß bei diesen Thieren nicht blos Zwergmännchen, die an dem Körper der Weibchen schmarotzen, wie bei andern niedern Krebsen vorkommen, sondern auch sogenannte „komplementäre Männchen" an dem Körper der hermaphroditischen Arten, die mitunter nur die Größe eines kleinen Stecknadelkopfes erreichen, während jene über ¾ Zoll lang werden. Darwin sah in diesen Verhältnissen (1854) „eine seltsame Illustration mehr zu den bereits in großer Zahl bekannten Beispielen, wie allmählich die Natur von dem einen Zustande in den andern, in diesem Falle von Zweigeschlechtlichkeit zu Eingeschlechtlichkeit übergeht."

Vielleicht noch lange würde er in dieser Weise arbeitend und für sein Hauptwerk Thatsachen und Nachrichten sammelnd, fortgefahren haben, wenn ihn nicht ein äußerer Anstoß und daran geknüpfte Mahnungen der Freunde veranlaßt hätten, seine Gedanken über die Entwicklung der lebenden Natur nicht länger der Welt vorzuenthalten. Der englische Naturforscher und Reisende Wallace, welcher durch Lyells Arbeiten und Darwins Reisewerk angeregt, mit der ausgesprochenen Absicht, das Problem von der Entstehung der Arten zu lösen, 1847 mit seinem Freunde Bates nach Brasilien und später allein nach den Molucken gegangen war, kam dort, von der geographischen Verbreitung der Thiere und Pflanzen und ihrer Verschiedenheit in beiden Hemisphären ausgehend, auf denselben Gedankengang und dieselbe Lösung des Problems wie Darwin 20 Jahre früher und sandte im Februar 1858 von Ternate, eine der Molucken, einen Aufsatz, betitelt „Ueber die Tendenz der Varietäten unbegrenzt

Wallace, Alfred Russel. Geb. 8. Jan. 1822 zu Usk (Monmouthshire), wurde Ingenieur, dann 1844 Lehrer in Leicester und Wales, ging 1848 mit Bates nach Brasilien, durchforschte das Gebiet des Amazonas und Rio negro, mußte fieberleidend 1852 nach England zurückkehren, büßte auf der Seereise alle seine Sammlungen und Manuskripte durch einen Schiffsbrand ein, ging 1854 nach dem Malayischen Archipel und durchforschte denselben acht Jahre lang nach allen Richtungen, zoologisch, botanisch und ethnologisch. Mit großen Sammlungen kehrte er 1862 nach London zurück, woselbst er seitdem als Privatgelehrter lebte und sich in späterer Zeit viel mit Thiergeographie und Spiritismus beschäftigte. Mit großer Durchdringungskraft und Phantasie begabt, erklärte er es doch für einen Glücksfall, daß Darwin mit ihm gleichzeitig die Zuchtwahltheorie entdeckt, und ihm eine Arbeit abgenommen habe, der er sich nicht gewachsen fühlte. Er schrieb: Travels on the Amazon and Rio Negro (London 1853, 3. Aufl. 1889), Malay Archipelago (London 1869, 2 Bde., 10. Aufl., 1891, Deutsch Braunschweig 1869), Contributions to the Theory of natural selection 1870, deutsch Erlangen 1870). Geographical Distribution of Animals (1876, 2 Bde., Deutsch von A. B. Meyer, Dresden 1876). Tropical Nature (1878, Deutsch Braunschweig 1879). Island life (1880). Darwinism (1889, Deutsch Braunschweig 1891).

von dem ursprünglichen Typus abzuweichen" an Darwin, den er ja mit ähnlichen Problemen beschäftigt wußte. Es war ihm aufgefallen, daß in beiden Hemisphären, deren Lebewelt in der Nähe des Aequators er innerhalb eines Jahrzehntes kurz nacheinander vergleichend studirt hatte, Vertreter derselben Pflanzen- und Thierfamilien in ganz verschiedenen Formen auftraten. Hier wie dort giebt es zahlreiche Orchideen und Palmen, aber in den seltensten Fällen handelt es sich dabei um dieselben Gattungen, noch viel weniger um dieselben Arten. Unter den Vögeln zeigten sich ihm die Papageien sehr verschieden; die sonst nahe verwandten Trogone oder Kuruku im Osten durchweg braunrückig, im Westen grünrückig; unter den Schmetterlingen vertreten die in Flügelschnitt und Färbung höchst verschiedenen Helikoniden der neuen Welt, die sonst nahe verwandten Danaiden der alten, aber es durfte mit hoher Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß solche einander hüben und drüben vertretenden (vikariirenden) Gruppen von gemeinsamen Ahnen abzuleiten seien, und daß sie ihre äußere Verschiedenheit erst durch die ungleichen Lebensverhältnisse erlangt haben. Die Antwort auf die Frage, wie diese Verschiedenheit ursprünglich nahe stehender Formen entstanden sein könnte, kam ihm unverhofft während eines Fiebertraums; die Idee des Kampfes ums Dasein, die auch bei ihm aus einer früheren Lectüre des Malthus'schen Buches haften geblieben war, schwebte ihm plötzlich als Lösung des Problems vor, dem er so lange nachgesonnen hatte.

Als Darwin Wallaces Brief erhielt, war er grade mit Versuchen über die Dauer der Keimfähigkeit von ins Seewasser gelangten Samen beschäftigt, die einen Anhalt dafür liefern sollten, nach wie langer Zeit Samen, die schwimmend ein andres Ufer erreichen, dort noch keimen würden, und andrerseits mit Versuchen über die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Es war damals durchaus noch nicht seine Absicht, mit seinen Ideen über die Entstehung der Arten hervorzutreten und er wollte dem nach seiner Ansicht viel fließender und überzeugender geschriebenen Essay von Wallace ruhig den Vortritt lassen, aber nun drangen Hooker und Lyell, die er zu Rathe zog, in ihn, gleichzeitig seine ihnen seit langen Jahren bekannte Niederschrift der Theorie und ebenso eine vor einigen Monaten an den befreundeten Botaniker Asa Gray abgesandte Darlegung derselben zu veröffentlichen. Die drei Dokumente erschienen dann, nachdem auch das Einverständniß von Wallace eingeholt worden war, miteinander im Augustheft der Verhandlungen der Londoner Linnéischen Gesellschaft von 1858.

Gray, Asa. Geb. 18. Nov. 1810 in Paris (Staat New-York), studirte Medizin, dann Botanik, wurde 1842 Professor der Naturwissenschaften in New-Cambridge, woselbst er 30. Jan. 1888 starb. Er gehörte zu den ältesten Anhängern Darwins und schrieb außer zahlreichen Werken über die Flora Nordamerikas: Darwinia (1876).

Somit muß 1858 und nicht, wie es gewöhnlich geschieht, 1859 als das Erscheinungsjahr der Darwinschen Theorie bezeichnet werden. Lyell und Hooker ließen nun auch nicht ab, auf Darwin einzureden, daß er jetzt eine Zusammenfassung seiner „noch lange nicht abgeschlossenen“ Untersuchungen je eher je lieber niederschreiben müsse und trotz aller Einreden geschah dies denn auch und das inhaltsschwere Werk „Ueber die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe ums Dasein“, verließ dann Ende September 1859 die Presse, wurde aber nach der Gepflogenheit englischer Verleger erst Ende November ausgegeben. Die erste Aufnahme war natürlich eine sehr getheilte. Die Gesinnungsgenossen, welche schon früher sich als Anhänger der Descendenz-Theorie ausgesprochen, oder einer solchen zugestrebt hatten, jubelten dem Buche zu, die Naturforscher der alten Schule, welche sich den neuen Ideen nicht „anpassen“ konnten, feindeten dasselbe im Bunde mit der kirchlichen Orthodoxie heftig an. Man zog natürlich sofort die letzten Schlüsse daraus, nämlich daß Darwin auch ein Anhänger der Hypothese von der Abstammung des Menschen aus dem Thierreiche sei, und in der That las man ja auch in den Schlußbetrachtungen, in denen die von der neuen Weltanschauung zu erhoffenden Denkfortschritte aufgezählt wurden, „es werde Licht geworfen werden auf den Ursprung des Menschen und seine Geschichte.“ Obwohl diese Frage in dem Buche nicht weiter gestreift worden war, genügte dies, einen gehässigen Federkrieg gegen einen Mann zu eröffnen, der damals schon den Rang eines der ersten Naturforscher Englands einnahm und auf der Naturforscher-Versammlung des nächsten Jahres scheuete sich der Bischof von Oxford nicht, selbst in die Arena hinabzusteigen und an eine wissenschaftliche Diskussion zwischen Huxley und Owen über die Verschiedenheit des Menschen von den höhern Affen im Knochen- und Gehirnbau, (die Huxley viel geringer als Owen finden wollte,) die spöttische Frage zu knüpfen, ob Huxley von großväterlicher oder großmütterlicher Seite mit den Affen verwandt wäre. Aber der hochwürdigste Herr war an den Unrechten gerathen, denn Huxley erwiderte, wenn ihm die Wahl eines Ahnen so gestellt würde, ob er lieber einen Affen möchte oder jemand, der, nachdem er eine scholastische Erziehung genossen, seine Logik dazu gebrauche, um ein ununterrichtetes Publikum irrezuleiten, und der die zur Unterstützung einer schwierigen und ernsthaften philosophischen Frage beigebrachten Thatsachen und Erörterungen nicht mit Gründen, sondern mit Witzen behandle, so würde er keinen Augenblick zögern, dem Affen den Vorzug zu geben.“

Dieses Beispiel könnte genügen, um die Heftigkeit zu zeigen, mit welcher anfangs die Darwinsche Theorie bekämpft wurde, aber da es sich hier um einen Bischof handelt, mag hinzugesetzt werden, daß viele Naturforscher nicht minder urtheilen. Karl Schimper widmete nach der Naturforscher-Versammlung in Hannover 1863 ein Flugblatt in Versen, auf welchem die Zuchtwahltheorie „die kurz-

sichtigste, niedrigdummste und brutalste, die möglich sei," genannt wurde und Flourens, der beständige Sekretär der Pariser Akademie, verfaßte 1864 eine Widerlegung, in welcher er die Darlegung abwechselnd als Kauderwälsch und Gallimathias bezeichnet und in den Schmerzensruf ausbricht: „Welche anmaßende und leere Sprache! Welche kindlichen und überlebten Personifikationen! O Klarheit, o Festigkeit der Gedanken, was wird aus Euch!" Darwin, der seinerseits gar nicht polemisch angelegt war, ließ alles stillschweigend über sich ergehen, aber er hatte einige unermüdliche und schlagfertige Sachwalter gefunden, allen voran Huxley, der nicht müde wurde, den Gegnern immer wieder ihre Beschränktheit zu Gemüthe zu führen.

In Deutschland war die Aufnahme trotz einiger solcher Polterer, wie Giebel und Schimper, eine achtungsvollere, einige führenden Geister, wie Ludwig Büchner (1860), Schleiden (1863), Karl Vogt (1863), Gustav Jäger u. A. hatten sich gleich in den ersten Jahren nach dem Erscheinen des grundlegenden Werkes als Anhänger erklärt, Haeckel, der seine unbedingte Zustimmung

Jäger, Gustav. Geb. 23. Juni 1832 zu Bürg a. Kocher, studirte in Tübingen und Wien Medizin, habilitirte sich 1858 in Wien, legte den dortigen Thiergarten an, leitete denselben bis 1866 und ging dann 1867 als Professor der Zoologie, Physiologie und Anthropologie nach Stuttgart. Er begründete 1877 mit Ernst Krause und Caspari den „Kosmos", eine Zeitschrift für die Entwickelungslehre, die später Krause allein und zuletzt B. Vetter leitete (Leipzig 1877—86, 19 Bde.), eröffnete mit dem Studium der thierischen Duftstoffe ein neues Wissensgebiet, woran sich hygienische Arbeiten schlossen. Er schrieb: Zoologische Briefe (Wien 1864—72), die Darwinsche Theorie (Stuttgart 1868), In Sachen Darwins, insbesondere contra Wigand (das. 1874) die menschliche Arbeitskraft (München 1878) und die Entdeckung der Seele (Leipzig 1879, 3. Aufl., 1884, 2 Bde.).

Häckel, Ernst. Geb. 16. Febr. 1834 in Potsdam, studirte seit 1852 Medizin und Naturwissenschaften in Würzburg, Berlin und Wien, widmete sich, von Joh. Müller, den er auf verschiedenen Ferienreisen an den Seestrand begleitet hatte, angeregt, nach kurzer ärztlicher Praxis in Berlin, dem Studium der niedern Seethiere in Neapel und Messina (1859—60), habilitirte sich 1861 in Jena und erhielt dort 1862 eine außerordentliche und 1865 eine ordentliche Professur, die er noch jetzt, trotz mancher Rufe von anderen Universitäten, inne hat. Er besuchte zum Zwecke zoologischer Studien die meisten europäischen Küsten, ging später nach Madeira und Teneriffa, Syrien und Aegypten (für Korallenstudien am rothen Meer), zuletzt nach Ceylon und dem hinterindischen Archipel und brachte ein ungeheures Studien-Material, namentlich über wirbellose Meeresthiere zusammen, bearbeitete Moneren, Radiolarien, Kalkschwämme, Korallen, Medusen und Röhrenpolypen, und wurde durch seinen auf philosophische Verallgemeinerung und Vergeistigung des gewonnenen Materials gerichteten Sinn der erfolgreichste Mitarbeiter Darwins und Förderer moderner Weltanschauung überhaupt. Von seinen zahlreichen Werken seien genannt: Die



bereits in seiner „Monographie der Radiolarien“ (1862) ausgesprochen hatte, brachte die Frage dann vor die Stettiner Naturforscher-Versammlung (1863). Darauf allerdings begann die Natur selbst in einer Weise für Darwin Zeugniß abzulegen, daß seine Stellung der alten Schule gegenüber, sich schnell bedeutend günstiger gestaltete. Da seine Theorie der Abstammung der höhern Lebensformen von niedern das deutliche Ziel stellte, die bisherigen Pflanzen- und Thiersysteme in genealogische umzugestalten, so mußte sich der Blick auf die Vorwesenkunde richten. Der paläontologische Bericht, den wir von dem historischen Auftreten der verschiedenen Lebensformen besitzen, ist aber aus leichtbegreiflichen Ursachen ein sehr lückenhafter, einestheils, weil viele Organismen härterer Theile entbehren, und überhaupt wenig geeignet sind, sichtbare Spuren zu hinterlassen, andrerseits, weil die Landthiere und Pflanzen meist an der Oberfläche der Erde spurlos verwesen und höchstens einmal dann, wenn sie in Schlamm eingebettet wurden, Abdrücke oder versteinerte Reste übrig blieben. So z. B. ist von der noch nicht meterlangen, krokodilartigen Vogeleidechse (Aëtosaurus), deren rings eingepanzerter Körper sich ausgezeichnet zur Erhaltung eignete, nur eine einzige, im Stuttgarter Museum bewahrte Erinnerung erhalten. Und doch muß dieses Thier in der Keuperzeit an manchen Orten außerordentlich häufig gewesen sein, denn die betreffende von Fraas beschriebene Sandsteinplatte enthält nicht weniger als 24 mehr oder weniger gut erhaltene Exemplare in den verschiedensten Lagen! In diesem Sinne hatte nun Darwin in seiner „Entstehung der Arten“ auch auf die große Lücke hingewiesen, die heute zwischen den vierfüßigen Thieren und den

Radiolarien (Berlin 1862—88, 4 Bde.), Generelle Morphologie der Organismen (das. 1866, 2 Bde.), Natürliche Schöpfungsgeschichte (das. 1868, 9. Aufl. 1898. 2 Bde.), Studien über Moneren und andere Protisten (Leipzig 1870), Die Kalkschwämme (Berlin 1872, 3 Bde.), Anthropogenie, Entwickelungsgeschichte des Menschen (Leipzig 1874, 4. Aufl. 1891), Arabische Korallen (Berlin 1876), Studien zur Gasträa-Theorie (Leipzig 1877), Das System der Medusen (Jena 1880—81), Indische Reisebriefe (Berlin 1883, 3. Aufl. 1889), Systematische Phylogenie (Berlin 1894—95, 3 Bde.), Kunstformen der Natur, mit 100 Tafeln (Leipzig seit 1899), Die Welträthsel (Bonn 1899). Haeckel bearbeitete ferner für die Reports of the scientific results of H. M. S. Challenger, die Radiolarien, Tiefsee-Medusen, Hornschwämme und Siphonophoren (London 1881—89). Vergl. Bölsche, Ernst H., ein Lebensbild (Dresden 1900).

Fraas, Oskar. Geb. 17. Jan. 1814 zu Lorch, studirte in Tübingen Theologie, wandte sich aber bald geologischen und paläontologischen Studien zu, war 1850 Pfarrer in Laufen, nahm aber schon 1853 eine Stelle als Konservator am Naturhistorischen Kabinett in Stuttgart an, widmete sich seitdem geognostischen, paläontologischen und prähistorischen Studien, trat 1894 in Ruhestand und starb 22. Nov. 1897 das. Er schrieb: Vor der Sündfluth 3. Aufl. (Stuttgart 1870), Fauna von Steinheim (das. 1870), Aus dem Orient (Stuttgart 1876, 2 Bde.).



Vögeln bestehe, und daß da sicher mannigfache Uebergangsformen vorhanden gewesen sein müßten, wenn man sie bisher auch weder lebend noch fossil gefunden habe. Es waren noch nicht zwei Jahre vergangen, da fand man (1861) im lithographischen Juraschiefer von Solenhofen einen Urvogel (Archaeopteryx) mit freien Krallen an den Flügeln und einen langen gefiederten Eidechsenschwanz. Man empfand den Fund sogleich als eine schwere Niederlage im antidarwinistischen Lager, suchte aber die Bedeutung desselben zu verschleiern. Andreas Wagner in München versicherte, dieser Greifsaurier, wie er ihn nennen wollte, sei weiter nichts als eine „gefiederte Eidechse" und beweise gar nichts für eine Abstammung der Vögel von saurierartigen Thieren. Giebel erklärte die für 600 Pfund Sterling vom britischen Museum angekaufte Steinplatte aus „zoologischen Gründen" für ein „widernatürliches Artefact, einen Betrug!" Man habe einer der in diesen Schichten so häufigen Flugeidechsen (Pterodactylen) durch Naturselbstdruck den Schein eines Federkleides angeätzt! Als dann bald darauf die erste genauere Beschreibung der Archaeopteryx durch Owen erschien, mußten diese Eiferer allerdings erkennen, daß sie sich gewaltig blamirt hatten, und nachdem 1877 ein zweites noch besser erhaltenes Exemplar, welches ins Berliner Museum kam, entdeckt worden war, trat die Uebergangs-Natur noch deutlicher zu Tage, denn es ergab sich, daß der Vogel echte Zähne im Schnabel hatte, daß seine Beckenknochen noch getrennt waren, wie bei den Reptilen, während sie bei allen lebenden Vögeln nur im Embryo getrennt sind und dann verwachsen. Dames hat in seiner Beschreibung des Berliner Exemplars zwar die Behauptung Carl Vogts zurückgewiesen, welcher wie Wagner behauptet hatte, das Thier stünde den Reptilen noch näher als den Vögeln, aber wenn wir es auch als einen wirklichen Vogel betrachten dürfen, so muß doch betont werden, daß es den Embryonen der heutigen Vögel mehr gleicht, als den ausgewachsenen Vögeln, denn auch erstere zeigen den verlängerten Schwanz, eine ähnliche Bildung der Hand oder Flügelknochen, die freien Beckenknochen und manchmal selbst noch Zahnkeime: die Uebergangs-Natur des Urvogels ist also zweifellos, und man mußte für ihn eine besondre Ordnung, die der Eidechsenschwänzer (Saururae) Haeckels aufstellen.

Den Gedanken des genealogischen Systemes führte zuerst Haeckel in seiner „Genereller Morphologie" (1866) aus, der er zwei Jahre später seine „Natürliche Schöpfungsgeschichte" folgen ließ.

Giebel, Christoph Friedrich (1820—81), Professor der Zoologie in Halle, schrieb ein Lehrbuch der Zoologie (Darmstadt, 6. Auflg. 1880), eine Odontographie (Leipzig 1854) und verschiedene paläontologische Werke.

Dames, Wilhelm. Geb. 9. Juli 1843 zu Stolp (Pommern), studirte in Breslau und Berlin, wurde hier 1877 Professor und Kustos des paläontologischen Museums und starb 22. Dez. 1898 daselbst. Schrieb über Archaeopteryx (Berlin 1884).

und damit einem größeren Kreise erst die ganze Tragweite der Darwin'schen Theorie in ihren letzten Consequenzen erschloß. Der völlig im Sinne Darwins erfolgte Ausbau der vergleichenden Anatomie und Morphologie durch Gegenbaur (S. 624) lieferte hierzu die werthvollsten Stützen und es konnte nun schon mit der Aufstellung hypothetischer Stammbäume der einzelnen Thierklassen vorgegangen werden, die den Werth von Forschungsprogrammen besitzen, wovon die dadurch auf die wichtigsten Punkte hingeleitete Weiterforschung nicht wenige bestätigt hat. Durch dieses kühne Vorgehen ebnete Haeckel in Deutschland, ähnlich wie Huxley in England, der Darwin'schen Theorie die Wege, was freilich nicht geschehen konnte, ohne den ganzen Haß der Gegner auf sich zu leiten, wodurch die Antipathieen gegen Darwin selbst gemildert wurden.

Als dann nach fast zehnjähriger Pause, die er hauptsächlich mit botanischen Beobachtungen ausgefüllt hatte, Darwins Buch über das Variiren der Thiere und Pflanzen unter der Leitung erfahrener Züchter und Gärtner (1868) erschien und das ungeheure Material, worauf er seine Schlüsse über die Veränderlichkeit der Lebensformen begründet hatte, vorlegte, war die Incubationsdauer seiner Theorie auf die Geister beendet, und wenn auch noch einige ältere, in anderen Traditionen aufgewachsene Forscher widerstrebten, so zeigten sich doch die jüngern — um bei dem angedeuteten Bilde zu bleiben — durchweg infizirt, zumal ja auch einige von aller Welt anerkannte Forscher wie Helmholtz und Dubois-Reymond, ihre Unterwerfung unter die zwingenden Folgerungen des britischen Forschers bekannt hatten. Aber es war ein heilsames Ferment, welches dem Blute der Naturforscher eingeimpft worden war, denn es zeigte sich alsbald ein Aufschwung der Forschung in dem neuen Geiste, wie ihn keine frühere Periode gekannt hatte. Die Forschung war nicht mehr auf Zufallsfunde angewiesen, sie hatte unverrückbare Zielpunkte gewonnen.

Wenn man darüber nachdenkt, wie es gekommen ist, daß die Abstammungstheorie E. Darwins und Lamarcks so ganz spurlos an der Mitwelt vorübergegangen sind, während sie doch denselben, uns heute für richtig geltenden Kern bargen, wie die Darwinsche Theorie, die bald alle Geister eroberte, nämlich daß eine allmähliche Vervollkommnung im Reiche des Lebens stattgefunden hat und daß die höhern Wesen stufenweise aus niedern hervorgegangen sind, so müssen wir den Unterschied bemerken, daß sich die älteren Abstammungslehren mehr an die Phantasie, die neuen wesentlich an den Verstand gewendet hatten. Lyell erzählt uns, daß er in seiner Jugend Lamarcks philosophische Zoologie wie ein Phantasiegemälde, einen zoologischen Roman gelesen habe, angenehm unterhalten, aber ohne nachhaltigen Eindruck. Damals wurde alle Zielstrebigkeit in die Lebewesen selbst gelegt, sie paßten sich etwaigen neuen Lebensbedingungen an, sie erwarben Fähigkeiten durch Uebung, die Giraffe bekam den langen Hals, weil sie sich bemühete, in den Baumwipfeln höher geborgenes Futter zu erreichen. Bemüheten sich die Pflanzen vielleicht

auch Dornen, Stacheln oder Brennhaare zu bekommen, um den lüsternen Mund der Thiere abzuschrecken? Darwin schreibt den Lebewesen nichts als die „glückliche Mobilität der Form“ zu, von der schon Goethe redete und die wir alle Tage beobachten können, und er läßt nun die äußern Lebensumstände die Formen, die sich unter ihnen bewähren, auslesen. Die den herrschenden Verhältnissen Angemessensten überleben, die andern gehen zu Grunde. Ein antilopenartiges Thier, dessen Halswirbel sich stark gedehnt hatten, wie sich auch die Knochen des einen Menschen stärker verlängern als die des andern, konnte eine Zeit der Bodendürre besser überwinden als andere, die selbst das Laub niederer Bäume nicht zu erreichen vermochten und wurde zum Urahn der Giraffen.

Wir erkennen, wie sich hier eine Erklärung des uralten Räthsels der Zweckmäßigkeit anbahnt, die nur als eine gewordene verstanden werden kann, welche dem Inhaber unter den Verhältnissen, in denen er lebt, Nutzen bringt. Aristoteles und andre alte Philosophen hatten bereits geahnt, daß sich die Zweckmäßigkeit nur aus dem Begegnen vieler Anfänge, von denen die meisten untergehen, weil sie eben dem Zwecke nicht entsprechen, herausbilden konnte. Zweckmäßig ist, was sich bewährt und das Leben erhält. Diese leichte Auflösung eines der früher größten Räthsel der Naturbetrachtung, welches die weitschweifige Behandlung der teleologischen Naturforschung in früheren Jahrhunderten hervorrief, und schließlich die höhere Weisheit bewunderte, die jedem Organ zunächst die vollkommene Zweckerfüllung verliehen, gewann dem Darwinismus die meisten Anhänger, zumal man nun sah, wie die großen Vollkommenheiten der Körperbildung höherer Thiere: Auge, Ohr, Gehirn in dieser Betrachtungsweise als Leistungen erscheinen, die nur sehr allmälig ihre Höhe und Vollendung erreicht haben.

Andrerseits erwies sich der Begriff der Anpassung als nicht so einfach, wie ihn die älteren Descendenztheoretiker gebrauchten, bei denen es oft scheint, als hätten sie den Lebewesen eine Bildsamkeit zugetraut, die sich unmittelbar neuen Verhältnissen anschmiegen kann. Allerdings besitzen viele Organismen, namentlich Pflanzen, eine gewisse unmittelbare Anpassungsfähigkeit an verschiedene, oft wechselnde Verhältnisse, und manche ändern darnach sogar ihr Aussehen sehr schnell. So giebt es sogenannte amphibische Pflanzen, die ebensogut im Wasser wie auf festem Boden gedeihen, z. B. unter den Ranunkeln und Knöterichen. Da Sumpfboden oft im Sommer austrocknet, so haben sie die Fähigkeit, diesen Wechsel mitzumachen; die Wasserranunkeln verlieren dann ihre feingeschlitzten Wasserblätter und der im Wasser glatte Stengel des amphibischen Knöterichs bekommt dichte Behaarung, wenn er im Trocknen wächst, was ihn vor emporkriechenden Insekten schützt. Viele Pflanzen der Ebene können auch in bedeutenden Höhen gedeihen und nehmen dort schnell den Habitus von Alpenpflanzen an, den sie, in die Ebene zurückversetzt, alsbald wieder verlieren. Solche Anpassungsfähigkeiten liegen also bereits

in dem gewöhnlichen Formenkreis der betreffenden Arten und werden von den äußern Verhältnissen nur geweckt.

Anders sind die Anpassungen an das Höhlen-, Tiefsee- und Schmarotzerleben, die insofern ähnliche Ergebnisse liefern, als bei ihnen Organe, die nicht mehr gebraucht werden, allmälig verschwinden, wie z. B. die Augen der Höhlen- und mancher Tiefseethiere, oder die Bewegungsorgane, die nicht nur Schmarotzerthieren, die sich festsaugen und ins Innere der Wirthe dringen, sondern auch festwachsenden Thieren verloren gehen. Hier ist es offenbar die Außergebrauchssetzung der Organe, die ihr Verschwinden bewirkt, und der Organverlust ist für diese Thiere nützlich, sofern keine Körperstoffe für den Unterhalt ihnen absolut unnützer Organe verausgabt werden, aber die jungen Larven dieser Thiere, welche noch Sinnes- und Bewegungsorgane besitzen, erscheinen vollkommner organisirt als die Erwachsenen. Auch hier ist die Rückbildung dieser Organe schon erblich geworden, und ebenso ist es der Verlust der Kiemen und Schwänze derjenigen Amphibien, die im reifen Zustande das Wasser verlassen, obwohl man ihn lange zurückhalten kann, wenn man diese Thiere zwingt, im Wasser zu bleiben. Sie können dann als Larven geschlechtsreif werden.

Ganz verschieden verhält es sich mit solchen Anpassungen, die nicht durch alltägliche oder regelmäßige Aenderungen der Lebensweise erzeugt werden, z. B. wenn ein Thier oder eine Pflanze in eine ganz neue Umgebung versetzt wird. Dann treten Veränderungen ein, die erst nach Generationen sichtbar werden, und oft vollkommne Neubildungen darstellen, die nicht in den gewöhnlichen Formenkreis fallen. Diese unter dem Einfluß der natürlichen Auslese gezüchteten Anpassungen sind nun aber diejenigen, welche die Anhänger der älteren Abstammungslehre hauptsächlich im Auge hatten, wenn sie von einer Fortbildung der Lebewesen durch äußere Umstände sprachen. Die Neubildungen erfolgen meist so, daß vorhandene Organe sich umbilden oder auch ihre Thätigkeit wechseln, wie denn z. B. die Lunge der Luftwirbelthiere aus der Schwimmblase der Fische entstanden ist, die ursprünglich nur eine Ausbuchtung der Speiseröhre war, und nur als Nebenathmungsorgan bei den Fischen fungirte. Diese Verhältnisse des Funktionswechsels sind später namentlich durch Dohrn studirt worden, während die Anpassungsverhältnisse von Semper mit aufmerksamem Auge verfolgt wurden.

Dohrn, Anton, Sohn des Entomologen Karl August Dohrn (1806—92). Geb. 28. Dez. 1840 in Stettin, studirte in Königsberg, Bonn, Jena und Berlin Zoologie, habilitirte sich 1868 in Jena, verließ aber bald darauf die Docentenlaufbahn und begründete die zoologische Station in Neapel (1870), mit großen Arbeitsstätten, in denen die Forschung außerordentlich gefördert wurde. Er schrieb unter andern: Ueber den Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Funktionswechsels (Leipzig 1875) und eine Monographie der Pantopoden des Golfs von Neapel (Leipzig 1881).

Semper, Karl. Geb. 6. Juli 1832 in Altona, studirte seit 1854 Zoologie

Ein solcher Fortschritt, durch Auslese für neue Verhältnisse nützlicher Abänderungen mußte natürlich gefördert werden, wenn die Kreuzung der neuen Formen mit der unveränderten Mutterform erschwert wurde. In dieser Richtung konnte räumliche Trennung und Isolirung der neuen Formen von der Mutterform förderlich wirken, und darauf baute der vielgereiste Naturbeobachter Moritz Wagner seine Migrations- oder Separationstheorie, die er unter andern mit der Darlegung illustrirte, daß manche Andenkegel ihre besondere Fauna- und Flora hätten, Arten die schon dem nächsten Nachbar abgingen, ebenso wie wir oben (S. 681) von den autochthonen Pflanzen- und Thierarten der einzelnen Inseln des Galapagos-Archipels hörten. Solche Thatsachen sind unbezweifelbar, aber es war verfehlt, diese Separations-Theorie in einen Gegensatz zur Zuchtwahltheorie bringen und letztere durch die erstere ersetzen zu wollen, denn die örtlichen Varietäten sind jedesmal erst durch Auslese ihrem Wohnort vollkommen angepaßt worden, wie die weiße Farbe der Polarthiere, die sandgelbe der Wüstenthiere und die grüne der Laub- und Waldthiere beweisen. Außerdem bietet ein Vorgang, den Romanes in neuerer Zeit als physiologische Auslese bezeichnet hat, das schnelle Unfruchtbarwerden der Varietäten mit der Mutterform, ein ebenso wirksames Mittel, um den Rückschlag durch Kreuzung zu erschweren, wie die räumliche Trennung.

in Würzburg, lebte 1858 bis 1861 auf den Philippinen, besuchte 1862—64 die Palauinseln, Bohol und Mindanao, wurde 1866 Privatdocent und 1868 Professor der Zoologie und Anatomie in Würzburg, leitete das zoologisch anatomische Institut und starb 30. Mai 1893 daselbst. Außer seinen Reisewerken schrieb er: Die Verwandtschaftsbeziehungen der gegliederten Thiere (Würzburg 1875) und die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere (Leipzig 1880, 2 Th.). Vergl. Schuberg, Karl S. (Würzburg 1893).

Wagner, Moritz. Geb. 3. Oktober 1813 in Bayreuth, ein Bruder des Physiologen Rudolph Wagner (1805—64), der durch seinen Kampf gegen Karl Vogt um die Berechtigung der mechanischen Weltanschauung in weiten Kreisen bekannt wurde, wählte die kaufmännische Laufbahn, studirte dann 1833—36 in Erlangen und München Naturwissenschaften, machte viele Reisen in Asien und Amerika, wurde 1860 Professor in München und starb daselbst 30. Mai 1887. Von zoogeographischen Anschauungen ausgehend, stellte er 1868 der Selectionstheorie die Migrationstheorie gegenüber. Seine diesbezüglichen Schriften gab sein gleichnamiger Sohn nach seinem Tode gesammelt heraus: Die Entstehung der Arten durch räumliche Sonderung (Basel 1889).

Romanes, George John. Geb. 20. Mai 1848 in Kingston (Kanada), studirte Naturgeschichte, erhielt 1889 eine Professur in London, ging bald darauf nach Edinburg und Cambridge, zog sich nach Oxford zurück und starb daselbst 23. Mai 1894. Er war ein Lieblingsschüler Darwins und schrieb: Animal Intelligence (London 1881), Mental Evolution in animals (1883, Deutsch Leipzig 1885), Darwin and after Darwin (1892—97, 3 Bde., Deutsch Leipzig 1892—97).

In den zoologischen und physiologischen Instituten wurde nun bald auch die lebende Natur zur Zeugniß-Ablegung für Darwin veranlaßt, indem man die Entwicklungsgeschichte des Einzel-Individuums als Zeugniß für die Veränderungen, welche der Stamm im Laufe der Jahre erfahren hat, zu verwerthen lernte. Den wirksamsten Anstoß nach dieser Richtung gab Fritz Müller, der in seinem Buche „Für Darwin" (Leipzig 1864) seine zwei Jahre vorher gemachte Entdeckung mittheilte, daß eine Garneele der brasilianischen Küste, d. h. ein zu den höheren Krustern gerechneter Krebs, sein Dasein mit derselben Larvenform, dem Nauplius, beginnt, wie die niedern Krebse, bei denen man diese Larvenform bisher allein beobachtet hatte. Den meisten andern höheren Krebsen (Dekapoden), die in bereits fortgeschrittener Larvenform dem Ei entschlüpfen, ist diese Anfangsform in Folge einer Abkürzung der Entwicklung verloren gegangen. Der Naupliusform sah er bei der Weiterverfolgung der Entwicklung jener Seegarneele andere Durchgangsformen folgen, die man früher, ebenso wie den Nauplius, wegen ihrer Aehnlichkeit mit andern niedern Krebsarten für besondere, vollendete Krebsformen gehalten, und Zoëa, Mysis u. s. w. getauft hatte und schloß nun, daß diese Larvenformen die mehr oder weniger getreuen Nachbilder der Ahnen jener Garneele seien. Es wurde somit der für die Weiterforschung ungemein fruchtbare Satz gewonnen, daß die Thiere in ihrer persönlichen Entwicklung in allgemeinen Zügen die Geschichte ihres Stammes wiederholen.

Haeckel erkannte alsbald die Wichtigkeit dieser Erkenntniß als Forschungsprinzip, denn wenn dem so war, mußte sich ja die Geschichte jeder Art aus ihrer Entwicklung erkennen lassen, und er formulirte den Satz als biogenetisches Grundgesetz: „Die persönliche Entwicklung (Ontogenese) ist eine abgekürzte Wiederholung der Stammesentwicklung (Phylogenese)", d. h. des Weges, auf welchem die betreffende Art im Laufe unendlicher Zeiten entstanden ist. Haeckel warnte alsbald davor, in der Ontogenese eine ganz getreue Recapitulation der Stammesgeschichte, eine vollkommene Palingenesie der Vorfahren-Gestalten zu erwarten, denn nicht nur auf die ausgewachsenen Formen, sondern auch auf die Larven haben äußere Umstände umformend eingewirkt, und namentlich haben längere Ent-

Müller, Fritz. Geb 31. März 1821 in Windischholzhausen bei Erfurt, widmete sich der Pharmazie, studirte dann seit 1840 in Berlin und Greifswald Naturwissenschaften und Medizin, wanderte 1852 nach Brasilien aus, woselbst er erst einige Jahre in Blumenau, dann als Lehrer der Mathematik in Desterro lebte, kehrte, dort von den Jesuiten vertrieben, nach Blumenau zurück, wo er eine Zeit lang als angestellter Naturforscher der Regierung wirkte und 21. Mai 1897 starb. Außer dem im Text genannten kleinen Buche hat er keine selbstständigen Werke veröffentlicht, seine ungemein zahlreichen botanischen, zoologischen und prähistorischen Beobachtungen sind in unzähligen wissenschaftlichen Journalen und in den Arbeiten anderer Naturforscher mitgetheilt, viele in den Werken Darwins, der ihn den „Fürsten der Beobachter" zu nennen pflegte.

wicklungen im Ei die ersten Stadien oft sehr verändert, so daß man hier von einer Fälschung oder Veränderung des ursprünglichen Entwicklungsganges (Cenogenesis) reden darf, deren Einflüsse bei der Deutung der einzelnen Phasen in Rechnung zu ziehen sind. Bei Thieren, die sehr früh das Ei verlassen und ihre Nahrung von Anfang an im Wasser selber suchen, d. h. bei Thiergeschlechtern mit freilebenden Larven, also bei Wasserthieren, wird daher die entwicklungsgeschichtliche Forschung die größten Erfolge versprechen. Und diese ließen denn auch nicht lange auf sich warten.

Bisher hatte man angenommen, daß das Lanzetthier (Amphioxus), welches Pallas für eine Nacktschnecke gehalten hatte, bei welchem aber Yarrel 1831 den Rückenstab, ein den Embryonen aller Wirbelthiere zukommendes Organ (Vgl. S. 611) entdeckte, das niederste Thier sei, in welchem eine Andeutung des Rückgrats vorkommt. Da es sich in seiner Gesammtorganisation sehr nahe an die Larven der niedersten Fische (Neunaugen) anschließt, so wurde es als Vertreter der Urwirbelthiere (Provertebraten) bezeichnet. Nun beobachtete aber 1866 Kowalewsky beim Studium der Entwicklungsgeschichte der Seescheiden (Ascidien), daß diese am Boden oder auf fremden Körpern festwachsenden Seethiere aus freibeweglichen Larven hervorgehen, die in ihrem, vor der Festsetzung verloren gehenden Ruderschwanz, ein analoges Organ besitzen, wie denn auch in den Athmungs- und Kreislaufsorganen der Seescheiden eine unverkennbare Aehnlichkeit mit denen des Lanzetthieres und der jungen Neunaugen hervortritt. So war denn hier der Anschluß des Wirbelthierreiches an eine den Mollusken und Würmern nahestehende Thiergruppe gefunden, also jene Verknüpfung der Wirbelthiere mit den Wirbellosen, die einst Cuvier und Geoffroy Saint-Hilaire entzweit hatte (S. 587) war nun erwiesen. Zwar haben einige neuere Zoologen den Zusammenhang umgekehrt deuten und die Seescheiden als herabgekommene Wirbelthiere betrachten wollen, um den Anschluß der Wirbelthiere an die Wirbellosen, ganz wie Geoffroy wollte, bei den Würmern zu suchen, allein sie haben mit dieser Auffassung wenig Beifall gefunden.

Es ist unmöglich, hier den Fortschritten weiter nachzugehen, welche das Studium der Entwicklungsgeschichte im Sinne Darwins für die Aufhellung der Stammesgeschichte bei andern Thierklassen, wie der Pflanzenthiere, Stachelhäuter, Mollusken und Gliederfüßler förderte. Bei den letzteren lehrte er z. B., daß die Sechsfüßler von Vierfüßlern abstammen, bei den Stachelhäutern tritt die Aehnlichkeit der Anfangs-

Kowalewsky, Alexander. Geb. 7. Nov. 1840 in Dünaburg, studirte seit 1859 in Heidelberg und Tübingen, bereiste die Mittelmeerländer und wurde Professor und Mitglied der Akademie in Petersburg. Er lieferte zahlreiche werthvolle entwickelungsgeschichtliche Arbeiten über Ascidien, Amphioxus, Würmer, Arthropoden, Rippenquallen, Brachiopoden usw. Sein Bruder Woldemar K. (geb. 15. April 1843, gest. 28. April 1883) veröffentlichte wichtige Arbeiten über fossile Hufthiere, die er im Sinne Darwins studirt hatte.

stufen trotz der Unähnlichkeit der Endstufen in den einzelnen Ordnungen ebenso auffällig hervor, wie z. B. bei den Wirbelthierklassen. In der Entwicklung des Amphioxus kehrt eine Anfangsstufe, die sogenannte Gastrula-Larve in ebenso unverzerrter Gestalt wieder, wie bei niedern Wirbellosen, die ihre gesammte Entwicklung im Wasser durchmachen, so daß eine Gemeinsamkeit der ersten Schritte in allen Klassen hervorleuchtete. Bei dem Studium der Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme (1872) ging Haeckel die Erkenntniß auf, daß diese in allen Entwicklungsreihen nachweisbaren, wenn auch manchmal stark veränderten, aus 2 Zellenschichten bestehenden Darmlarven die Nachbilder einer Gruppe einfachster Thiere (Gasträaden) seien, von denen noch heute einige am Leben sind, einfachste Thiere, die nur den Rang eines einfachen verdauenden Magens besitzen, mit einer Mundöffnung, die zugleich als Einnahme- und Auswurfsöffnung dient. In dieser vielfach angegriffenen Gasträa-Theorie, die sich aber mehr und mehr Bahn gebrochen hat, fand er ein gutes entwicklungsgeschichtliches Unterscheidungsmittel der niedern und höhern Thiere, indem er alle Thiere, die durch das Stadium der Gastrula-Larve hindurchgegangen sind, als eigentliche Thiere (Metazoen) die übrigen als Urthiere (Protozoen) bezeichnete. Diese Unterscheidung war grundlegend; es müssen darnach z. B. die Schwämme, obwohl sie nachher eine rückschrittliche Entwicklung durchmachen, als Metazoen, und nicht als eine Kolonie von Geißelinfusorien, wie andre Zoologen wollten, betrachtet werden.

Mit einem seltenen Talente als Organisator begabt, rundete Haeckel das System der Thiere ab. Er hatte früher die niedersten Lebensformen studirt und in seinen Moneren und Amöben die einfachsten bekannten Lebensformen, die noch nicht einmal die Stufe einer einfachen Zelle erreichen, an den Anfang der Entwicklungsreihen gestellt, er ließ ihnen einzellige Thiere und Gesellschaftszeller (Cönobien und Synamöben) folgen, die aus vielen gleichartigen Zellen ohne Arbeitstheilung bestehen, nun folgten die Gasträaden mit deutlicher Arbeitstheilung zwischen Magen- und Hautzellen, und die weitere morphologische Entwickelung ergab sich dann aus dem äußern Anlaß, ob das Magenthier sich irgendwo im Wasser festsetzt und dann strahlig oder sternförmig vertheilte Organe um die Mundöffnung entwickelt, oder die freie Lebensweise der Larve beibehält, und dann ein führendes Organ (Kopf), an welchem sich die Hauptsinnesorgane versammeln, und eine zweiseitige (bilaterale) Symmetrie mit rechter und linker Seite erlangt. Der Urmund der Larve wird in der Regel durch einen Nachmund ersetzt. So war der Zusammenhang des großen Stammbaums der Thiere nach unten gewonnen, die weitere Auszweigung suchte Haeckels dreibändige systematische Phylogenie (Berlin 1894—96) darzulegen. Die Hauptthat lag in dem Nachweis des kausalen Zusammenhanges der Phylogenie und Ontogenie, wodurch nun erst die Keimseele Sennerts (S. 567) endgiltig verabschiedet und durch ein sogenanntes „Gedächtniß der Materie“, — ein von

Hering eingeführter Begriff — ersetzt wurde, da nach dieser Erkenntniß die junge Lebensform nur Wege zu wiederholen hat, die Millionen ihrer Vorfahren vor ihr gefunden und erlernt haben. Eben dadurch aber war das Studium der Entwicklungsgeschichte zum Wegweiser für die Ermittelung der Verwandtschaften und Abstammungsverhältnisse geworden.

Aber auch die Abrundung des Thiersystems nach oben lag ihm am Herzen. Hier war Huxley früh vorangegangen und hatte in seinen „Zeugnissen für die Stellung des Menschen in der Natur" (1863) die Einwände Owens, daß prinzipielle Verschiedenheiten im Körper- und Gehirnbau des Menschen und der höheren Affen vorhanden seien, widerlegt. Er konnte darin zeigen, daß größere Lücken im Körper- und Gehirnbau zwischen niedern und höhern Affen vorhanden wären, als zwischen Affen und Mensch. Wenn ein Trennungsstrich gemacht werden sollte, müßte er zwischen die beiden vordern Stufen und nicht zwischen die letzteren gemacht werden. Die vorhandenen Unterschiede seien nur quantitative, hauptsächlich bedingt durch das stärkere Wachsthum und Ueberflügeln aller übrigen Gehirntheile durch die Hemisphären des Großhirns, aber diese Entwicklung habe schon bei den höhern Affen begonnen, und ihr Gehirn gleiche einer unausgeführten Skizze des menschlichen, in dem noch viele Einzelnheiten, namentlich stärkere Runzelungen der Gehirnwindungen, nachzutragen waren. Spätere, von andern Grundvorstellungen ausgehende Gehirnforscher, wie Bischoff, haben diese Auffassungen gleichwohl lediglich bestätigt. Schon in seiner „Schöpfungsgeschichte" und in seinem Vortrage über „Entstehung und Stammbaum des Menschengeschlechts" (Berl. 1870) hatte Haeckel diese Probleme eingehend behandelt, er widmete ihnen später eine ausführliche Darstellung in seiner „Anthropogenie" (1874), die sich sehr wesentlich von den Behandlungen desselben Themas durch Kölliker und His unterschied.

Inzwischen hatte Darwin sein Buch über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl (1871) herausgegeben. Es behandelt mit der gewohnten Meisterschaft zwei ziemlich verschiedene Probleme, die nur in lockerem Zusammenhange stehen. Die Entstehung der Schönheit vieler Naturdinge schien durch Naturauslese nicht erklärbar, denn man konnte bei den schönen Färbungen, Zeichnungen und Düften keinen unmittelbaren Nutzen erkennen, durch den sie gesteigert sein konnten, außer bei den Blumen und Früchten, wo sie, wie wir bald sehen werden, der Herbeiziehung von Befruchtungsvermittlern und Samenverbreitern dienen. In besondern Fällen gereichen zwar die Färbungen und Zeichnungen auch den Thieren zum Schutze, wie bei den Schutzfärbungen und -Zeichnungen, die so viele Thiere an ihren gewöhnlichen Aufenthaltsorten verbergen helfen, namentlich die über Tage ruhenden, wie die Nachtfalter, welche auf ihrer Oberseite mit Zeichnungen versehen sind, die sie ihren Sitzplätzen (Baumrinde, Gestein, Flechten, altem Holz u. s. w.) sehr ähnlich machen. Die schon oben erwähnten

Schnee-, Wald- und Wüstenfarben vieler Thiere, die Glasdurchsichtigkeit oder bläuliche und silbrige Färbung vieler Wasserthiere, die Erdfarbe und -Zeichnung des Rückens vieler Säuger und Vögel, deren Bauch hell abschattirt ist, um die scharfen Eigenschatten zu verhüllen, wenn sie sich an den Boden drücken, sind ohne Weiteres durch die natürliche Auslese erklärbar und eine der augenfälligsten Illustrationen derselben. Sehr wirksame verbergende Zeichnungen zeigen auch viele Tagfalter auf den Unterseiten ihrer Flügel, die sie in der Ruhe emporklappen und nach außen kehren, wobei viele die sehr getreue Zeichnung eines welken und verdorbenen Blattes zeigen (Blattschmetterlinge). Hierher gehören auch die wechselnden Farben vieler Cephalopoden, Fische, Amphibien und Reptile, die durch eine vom Lichte der Umgebung erregte Reflexthätigkeit hervorgerufen werden, wobei unter der Haut liegende Farbstoffsäckchen ihren Inhalt gegen die Haut ergießen, die von Brücke, Pouchet u. A. untersuchte chromatische Funktion. Umgekehrt sind gewisse mehr grelle als schöne Färbungen und Zeichnungen verschiedenen Thieren nützlich, die wehrhaft oder ungenießbar sind, weil sie dadurch leicht zu erkennen sind und erfahrene Thiere vor einem unnützen oder gefährlichen Angriff warnen. Diese Trutz- oder Warnungsfarben, Widrigkeitszeichen oder wie man sie sonst genannt hat, bestehen meist aus Zusammenstellungen lebhaft gelber oder scharlachrother Färbungen mit einem tiefen Schwarz, und sind besonders Wespen, Ameisen, Giftschlangen und gewissen ungenießbaren Schmetterlingen und Käfern eigen.

Die so gezeichneten Thiere sind außerordentlich wenig scheu, weil sie gefürchtet und gemieden werden; solche Schmetterlinge z. B. fliegen kaum auf, wenn man sich ihnen nähert, setzen sich sogleich wieder und haben einen auffallend langsamen Flug. Alle derartigen Thiere werden aber von zahlreichen andern Thieren derselben Gegend, die ihr Gewand und ihre Bewegungen annehmen, mehr oder weniger genau kopirt; die gefürchteten Wespen durch Fliegen, Schmetterlinge, Käfer und andre Insekten, die sich als Wespen verkleiden, Giftschlangen durch unschädliche Schlangen, Ameisen durch Wanzen, Spinnen und Heuschrecken, Schmetterlinge durch andre Schmetterlinge, die oft mit ihnen in demselben Schwarme fliegen. Diese sogenannte Nachäffung (Mimikry) lebender Wesen durch andre, die ihre Gestalt erborgen, war ein vollkommnes Räthsel für die ältere Naturforschung, bis Bates fand, daß die natürliche Zucht-

Bates, Henry Walther. Geb. 18. Febr. 1825 in Leicester, bekam früh Neigung zur Naturwissenschaft und ging 1848 mit seinem Freunde Wallace nach Südamerika, wo er die Ufer des Amazonenstromes und seiner Nebenflüsse durchforschte, und erst 1859, sieben Jahre später als Wallace, mit reicher Ausbeute nach England zurückkehrte. Seit 1864 war er Sekretär der Geographischen Gesellschaft in London und starb daselbst am 16. Febr. 1892. — The Naturalist on the River Amazonas (London 1863, 2 Bde., 4. Aufl., Deutsch Leipzig 1866).

wahl eine sehr einfache und vollkommen ausreichende Erklärung dafür giebt, Wallace und viele andre Naturforscher dies bestätigten. Sie überzeugten sich davon, daß nur solche Thiere nachgeahmt werden, die aus irgend einem Grunde vor häufigen Verfolgungen geschützt sind, und da schon eine leichte Annäherung an ihre Erscheinung einen gewissen Schutz gegen entfernte und schlechtsehende Verfolger gewähren muß, die stärkeren Grade der Aehnlichkeit aber durch die fortgesetzte Zuchtwahl hervorgerufen werden müssen, so ist der Prozeß leicht genug zu verstehen, während die Erklärungsversuche von Gegnern der Zuchtwahltheorie im höchsten Grade abgeschmackt sind, z. B. wenn eine Art Versehen der Weibchen als Ursache angegeben wird. Der häufig vorkommende, etwas schwierigere Fall, in welchem sich mehrere nicht verfolgte Arten in ihrem Aussehen nähern, wie z. B. zahlreiche Helikoniden, die ein gemeinsames Aushängeschild tragen, hat Fritz Müller als eine Art Genossenschafts-Schutzfirma gedeutet, weil so durch ihr Aussehen genäherte Genossen zusammen an unerfahrene Insektenfresser nicht viel mehr Abgewöhnungsopfer zu stellen haben, als sonst jede Art allein.

Von den Formen und Färbungen, die keinen erkennbaren Nutzen für die Art haben, muß man tektonische Schönheiten (wenn z. B. lebhafte Farben den Eindruck des symmetrischen oder strahligen Aufbaus erhöhen), von eigentlichen zusätzlichen Zierrathen, die nur als Schmuck dienen, unterscheiden. Diese letzteren, in prächtig gefärbten oder wirksam kontrastirenden Auswüchsen, Haarbüscheln, Federkronen oder Büscheln, Geweihen usw. bestehenden Ausschmückungen, kommen meist nur einem Geschlechte, und zwar gewöhnlich dem männlichen als dem werbenden Theile zu, und werden in eigenthümlichen Schaustellungen und Tänzen vor den Weibchen entfaltet. Man denke an das Radschlagen des Pfauhahns, der sein prachtvoll gezeichnetes Schwanz-Prunkgemälde immer wieder dem unscheinbaren Weibchen zukehrt. Ebenso hat man beobachtet, daß gewisse Schmetterlinge, deren Schillerglanz sich nur dann voll entfaltet, wenn man das Thier von vorn betrachtet, sich stets dem Weibchen in dieser Stellung nähern und dasselbe gilt von prachtvoll schimmernden Spinnen und anderen Thieren. Es war daher wohl nicht allzu kühn, wenn Darwin eine von den Weibchen geübte geschlechtliche Zuchtwahl als Ursache gesteigerter Schönheit solcher Männchen annahm, zumal auch der kunstvolle Gesang gewisser Vögel nur die Werbung begleitet, und eine Bevorzugung schöner geschmückter und schöner singender Männchen durch die Weibchen sehr wahrscheinlich ist, und der größeren Schönheit zum Siege verhelfen müßte. Diese Ansicht wird unterstützt dadurch, daß sich die geschlechtlichen Zierrathen der meisten Thiere erst in der Brunstzeit, als sog. Hochzeitskleid entwickeln und dann abfallen oder zurückgehen, und daß bei vielen Thieren ein Kampf unter den werbenden Männchen eintritt, dem die Weibchen zuschauen.

Trotz aller derartigen Wahrscheinlichkeitsgründe haben einige Zoologen, wie namentlich der Mitentdecker der Zuchtwahl-Theorie

Wallace, die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl nicht gelten lassen wollen. Sie hoben hervor, daß durch die Kämpfe der Männchen um das Weibchen, wohl nur die Kraft der Männchen und ihrer Nachkommenschaft gesteigert werden könne, wie schon E. Darwin annahm (S. 570), die Schönheit aber nur, wenn diese ein Ausdruck der größeren Kraft sei. Wallace meint, daß die Schönheit der Männchen nur darum in der Brunstzeit sich steigere, weil sie dann überhaupt in höchster Kraftfülle stehen, und daß diese Schönheit der eigentliche, der betreffenden Art zukommende Charakter sei. Derselbe müsse nur beim Weibchen unterdrückt werden und einem Schutzkleide Platz machen, weil die mit Eiern belasteten oder brütenden Weibchen eines größeren Schutzes bedürften, als die Männchen. Auch die Mimikry-Erscheinungen zeigen sich bei vielen Schmetterlingen nur an den Weibchen, die dann ihren Männchen oft vollständig unähnlich werden, ja in verschiedenen Gegenden mitunter verschiedenen geschützten Vorbildern nacharten, so daß dann das sich über große Gebiete gleichbleibende Männchen mitunter drei bis vier untereinander und dem Männchen ganz unähnliche Weibchen besitzt. Als ganz sicher muß es gelten, daß für die Erhaltung der Art der Schutz der Weibchen viel wichtiger ist, als derjenige der Männchen, weshalb auch die männlichen Jungen zunächst den Weibchen gleichen und erst in der Pubertätszeit den verrätherischen Schmuck der Männchen ausbilden.

Auch Darwins „Abstammung des Menschen“ fand bei Wallace keinen Beifall. Sowohl er, der Mitentdecker der Zuchtwahl-Theorie, wie auch ihr alter Freund Lyell, wollten so weit nicht mitgehen und auch im weiteren Publikum regte sich wieder Opposition. Wallace wollte allenfalls die thierische Abkunft des Menschen zugeben, aber ihn von der Wirkung der Zuchtwahl ausnehmen und ihn allein als ein von dem Schöpfer eigenhändig weiter gebildetes Werk ansehen. Darwin hatte sich mehr bei der Uebereinstimmung der socialen Triebe und weniger bei den körperlichen Uebereinstimmungen des Menschen mit den höheren Thieren aufgehalten, die ja schon durch Huxley und Haeckel damals genügend erörtert worden waren, dagegen den früher räthselhaften rudimentären Organen in seinem Körper und den häufig wiederkehrenden Rückschlägen auf thierische Bildungen, den sog. Theromorphien und atavistischen Bildungen einige kurze Kapitel gewidmet. Das Schwänzchen des Menschen, welches am Embryo so stark hervortritt, aber später theils verschwindet und theils verwächst, jedoch im Gerüst deutlich als Verlängerung der Wirbelsäule über das Kreuzbein hinaus erkennbar ist, die Ueberreste von Bewegungsmuskeln des Ohres, dessen umgebogene Spitze, die halbmondförmige Falte im Auge, die der Nickhaut der Vögel entspricht, das allgemeine Haarkleid, welches den Embryo vor der Geburt bekleidet, die Hemmungsbildungen (S. 614) usw., kommen hier zur Sprache, das Hauptgewicht wird aber auf die Entwicklung gesellschaftlicher Tugenden beim Thiere und geistiger Fortschritte, welche man sonst gern den Menschen vorbehält, gelegt.

Eine Ergänzung zu diesem Werke bildete das im Jahre darauf (1872) erschienene Buch über den „Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei Menschen und Thieren“, worin gezeigt wird, daß die Grundlagen des menschlichen Mienenspiels schon bei höheren Säugethieren vorhanden sind, daß bei den Affen ein Kichern als Ausdruck fröhlicher Stimmung und ein Hängenlassen der Unterlippe bei Verdrossenheit, ein Entblößen der Eckzähne in der Wuth usw. vorkommen und sich beim Menschen erhalten haben, daß viele höhere Thiere im Schmerze Thränen vergießen, obwohl Voltaire und neuere Forscher behauptet hatten, Lachen und Weinen seien dem Menschen allein eigenthümlich. Der Kampf gegen diese Versuche, den schwachen Geistern Brücken zu schlagen über die weite Kluft, die heute den Menschen, wenn auch nicht körperlich, so doch geistig von den höchststehenden Thieren trennt, zeitigte äußerst erheiternde Ausbrüche. Seit dem „großen Sündenfall“, wie Ecker humorvoll die Darwin'sche Theorie nennt, zögerten angesehene Anatomen, das Schwänzchen des ungeborenen Menschen, oder das gelegentliche freie Verharren desselben bei Erwachsenen, was Goethe so natürlich fand, mit dem rechten Namen zu benennen, und ein vielgepriesener Forscher erklärte noch 1894 den völligen Zusammenbruch seiner Kenntnisse in der vergleichenden Anatomie mit dem Ausspruch, daß er sich ebensogut die Abstammung des Menschen von einem Schaf oder Elephanten denken könne, als von einem Primaten, mit denen seine ehemaligen Assistenten Hartmann und Haeckel ebenso wie Linné, den Menschen in dieselbe Ordnung setzten.

Abseits von diesem Kampf um die Frage, ob es ehrenvoller für den Menschen sei, sich aus niedern Anfängen emporgearbeitet zu haben oder vom göttlichen Ursprunge in die Thierheit herabgesunken zu sein, beschäftigte sich Darwin in den Ruhepausen, die ihm das Erscheinen seiner größern, jedesmal die Geister in Aufregung versetzenden Werke ließ, mit den stillen Pflanzen, und immer wieder kehrte er von der lauten Arena zu diesen Studien im Garten und Gewächshaus zurück, die ihm den ungetheilteren Beifall einer großen Gemeinde eintrugen.

Ecker, Alexander Geb. 10. Juli 1816 zu Freiburg i. Br., studirte seit 1831 in Freiburg und Heidelberg Medizin, wurde 1844 Professor der Anatomie und Physiologie in Basel, ging 1857 nach Freiburg, begründete dort ein erstes prähistorisches-ethnographisches Museum, schrieb über Schädel, Gehirn und Rückenmark, gab seit 1866 mit Lindenschmit das „Archiv für Anthropologie“ heraus und starb in Freiburg 20. Mai 1887.

Hartmann, Robert. Geb. 8. Oktober 1832 in Blankenburg a. H., studirte in Berlin Naturwissenschaften und Medizin, begleitete 1859/60 den Freiherrn A. von Barnim nach Ostafrika, wurde 1867 Professor der Anatomie in Berlin, begründete 1869 mit Bastian die „Zeitschrift für Ethnologie“ und starb 20. April 1893 in Neu-Babelsberg bei Potsdam. Er veröffentlichte außer seinen Werken über afrikanische Völker ein Buch über den Gorilla (Leipzig 1881) und ein anderes über die menschenähnlichen Affen (das. 1883).

Er hatte sich schon seit 1858 von der Richtigkeit der Wahrnehmungen Knights (S. 649) überzeugt, daß Pflanzen, denen man die Zufuhr fremden Blüthenstaubes durch Insekten abschneidet, weniger Samen tragen, als sonst, Wiesenklee z. B. nur den zehnten Theil, Schminkbohnen gar keinen. Dies gab ihm Anlaß, die den meisten Botanikern des ersten Halbjahrhunderts unbekannt gebliebenen Versuche Sprengels über die Befruchtung der Blumen durch Insekten (S. 642) an den Orchideen fortzusetzen, und sein darüber 1862 veröffentlichtes Werk machte uns mit einer Reihe der wunderbarsten Blütheneinrichtungen dieser, wegen ihrer fremdartigen Schönheit so geschätzten einheimischen und tropischen Pflanzen bekannt, die alle darauf abzielen, bestimmte Insekten zu ihrem Nektar zu locken. Dadurch wurde nicht nur Sprengel rehabilitirt, sondern auch zahlreiche jüngere Forscher auf dieses anmuthige, die Schönheit und Formen der Blumen erklärende Forschungsfeld gelockt.

Mannigfache Ergänzungen hierzu gab er in seinem Werke über die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung bei den Pflanzen (1876) und über die Pflanzen mit verschiedenen Blüthenformen (1877), die beide auf viele Jahre früher begonnenen Beobachtungen beruhten. In dem ersteren gab er die Ergebnisse einer zehnjährigen Versuchsreihe an ungefähr tausend Pflanzen, die durch strenge Vergleichung des Samenertrages in vielen Generationen bewies, daß die bei Zwitterblumen durch Kreuzbefruchtung erzielten Samen thatsächlich kräftigere Pflanzen liefern, als die durch Selbstbefruchtung entstandenen. In dem zweiten Werke wurde gezeigt, daß manche Pflanzenarten, wie z. B. die Primeln, zweierlei Blumenformen erzeugen, die einen mit kurzen Griffeln und langen Staubfäden, die andern umgekehrt mit langen Griffeln und kurzen Staubfäden, und daß dann die beiden entgegengesetzten Formen zusammen die fruchtbarsten Verbindungen liefern. Bei andern Pflanzen, z. B. unserem gemeinen Weiderich, giebt es gar drei Formen, und bei ihnen können dann sechs „legitime“ und 12 „illegitime“ Kreuzungsarten stattfinden.

Wieder ein anderes Feld fruchtbarer botanischer Beobachtungen eröffnete Darwins Buch über die insektenfressenden Pflanzen (1875), worin er der Untersuchung dieser Räuber der Wiesen und Sümpfe, die schon sein Großvater betrieben hatte, ganz neue Seiten abgewann. Er wies darin z. B. bei unsern Sonnenthau-(Drosera)-Arten eine erstaunliche Empfindlichkeit der Fühlfäden des Blattes gegen lächerlich kleine Spuren eines Stickstoffgehalts der auf die Blätter gelangten Fremdkörper nach. In der Regel wird ein solcher zunächst durch die klebrigen Absonderungen der Fühlfäden, die sich von allen Seiten auf ihn zusammenbeugen, festgehalten, erweist er sich ihnen aber als stickstofffrei, wie z. B. ein Sandkörnchen, so wird er bald wieder frei gelassen, während stickstoffhaltige Körper durch einen verdauenden Stoff, den das Blatt aussondert, ausgesogen werden. In dieser Weise erregt ein winziges Haarschnitzelchen, oder ein

Tröpfchen höchst verdünnter Lösung von Ammoniaksalzen die Fangthätigkeit der Blätter, und bei einigen hierher gehörigen Pflanzen, wie z. B. der Venusfliegenfalle (Dionaea muscipula) der nordamerikanischen Wiesen, hat sich die Empfindlichkeit der Blätter zu einem schnellen Zuklappen gesteigert, welches ein auf die Blätter gelangendes Insekt unentrinnbar festhält. Darwin erkannte alsbald, daß es sich in diesen Fällen um eine Nahrungsergänzung solcher Pflanzen handelt, die auf stickstoffarmen Sumpfboden wachsen und sein Sohn Francis überzeugte sich später, daß regelmäßig mit Fleisch gefütterte Drosera-Arten besser gediehen und viel zahlreichere Samen lieferten, als andere, denen jeder Insektenfang abgeschnitten war. Schon ehe Darwin sein Buch veröffentlichte, hatte er Hooker veranlaßt, zu prüfen, ob nicht auch die bekannten Schlauch- und Kannenpflanzen, die ihre Blätter zu oft zierlich geformten, zum Theil mit Flüssigkeit gefüllten Schläuchen und Kannen umgestalten, die in denselben gefangenen Insekten durch ausgesonderte Verdauungsfermente ausziehen und Hooker konnte dies 1874 bei den Kannenpflanzen bestätigen. Seine Angaben sind dann wiederholt bezweifelt und in Abrede gestellt worden, weil man bei einzelnen Schlauchpflanzen-Arten durchaus keine Verdauungsfermente entdecken konnte, aber noch in den letzten Jahren des Jahrhunderts hat sich der am 23. Mai 1900 jung verstorbene belgische Botaniker Clautriau auf Java überzeugt, daß eine dort wild wachsende Kannenpflanze (Nepenthes melamphora) ihren Fang wirklich verdaut, obwohl in den Kannen nur in dem Maße, wie er verbraucht wird, Verdauungsstoff abgesondert wird. Schlauchpflanzen, bei denen kein solches Ferment abgeschieden wird, zehren wahrscheinlich von den durch die Fäulniß löslich werdenden Stickstofftheilen ihres Fanges.

Zwei andere Bücher Darwins berichteten über die Bewegungen der Pflanzen; dasjenige über die Kletterpflanzen (1875) knüpft an die Mohl'schen Beobachtungen über diese Pflanzen an. Sein Inhalt, den er theilweise schon 1865 veröffentlicht hatte, brachte mancherlei überraschende Beobachtungen, namentlich auch über die Empfindlichkeit, die sich in den Ranken entwickelt, mit denen sich diese Pflanzen an ihre Stützen anheften, um sich zum Lichte emporzuheben. Er fand z. B., daß sich in dem, andere Gegenstände umklammernden Endblattstielen mehrerer Waldreben (Clematis-Arten) solche Empfindlichkeit entwickelt, daß sie durch den Druck haardünner Gräser veranlaßt werden, sich um sie herumzulegen und daß Zwirnfadenschlingen, die man darüber hängt, Krümmungen des Blattstiels veranlaßten, wenn sie auch nur ein achtel Gran wogen. An Stelle weiterer Einzelheiten mögen hier die Schlußworte des Buches angeführt werden:

„Es ist oft in unbestimmter Allgemeinheit behauptet worden, daß sich Pflanzen durch den Nichtbesitz des Bewegungsvermögens von den Thieren unterscheiden. Man sollte vielmehr sagen, daß Pflanzen dieses Vermögen nur dann erlangen und ausüben, wenn es für sie von

irgend welchem Vortheil ist. Dies ist aber vergleichsweise selten, da sie an den Boden gefesselt sind und Nahrung ihnen durch Luft und Regen zugeführt wird. Wir sehen, wie hoch eine Pflanze auf der Stufenleiter der Organisation sich erheben kann, wenn wir eine der vollkommneren rankentragenden Formen betrachten. Es stellt dieselbe zuerst ihre Ranken in Bereitschaft, wie ein Polyp seine Tentakeln ordnet. Ist die Ranke falsch gestellt, so wirkt die Schwerkraft auf sie ein, und sie stellt sich zurecht. Das Licht wirkt auf dieselbe ein und biegt sie nach sich zu oder von sich ab, oder die Ranke beachtet das Licht gar nicht, was für ein Verhalten nun für dieselbe am vortheilhaftesten sein mag. Mehrere Tage lang rotiren die Ranken oder die Internodien, oder beide, spontan mit einer steten Bewegung. Die Ranke stößt an irgend einen Gegenstand, rollt sich schnell um ihn herum und ergreift ihn fest. Im Verlauf einiger Stunden zieht sie sich zu einer Schraubenlinie zusammen, zieht dabei den Stengel in die Höhe und bildet eine ausgezeichnete Feder. Alle Bewegungen hören nun auf. Infolge von Wachsthum werden die Gewebe bald wunderbar stark und dauerhaft. Die Ranke hat ihre Arbeit gethan und hat sie in wunderbarer Weise vollbracht".

Schon den Siebzigern nahe, begann Darwin mit Unterstützung seines Sohnes Francis seine Beobachtungen über das Bewegungsvermögen der Pflanzen (1880), worin er die mittelst komplicirter graphischer Methoden festgestellten kontinuirlichen Bewegungen aller äußersten Verzweigungen der Wurzel- und Zweigspitzen, wie der Blätter darlegte, woraus er auf eine allen Pflanzen eigene kreisende Grundbewegung schloß, aus der die übrigen, sich für bestimmte Pflanzen nützlich erweisenden heliotropischen und Schlafbewegungen, sowie die windenden der Kletterpflanzen ableiten ließen. Es wurde gezeigt, daß die Wurzelspitze sich durch schlängelnde Bewegungen in den Boden gräbt, und dabei mit einer, durch allerlei Reize zu erweisenden Empfindlichkeit ausgerüstet ist, sodaß sie sich von harten Körpern (Steinen usw.) abwendet, während die oberen Theile der Wurzel sich anlegen, so daß sie diese Hindernisse umwächst und ebenso den feuchteren Stellen im Boden sich zuwendet. Da das enthauptete Würzelchen nicht mehr den Einflüssen der Schwerkraft, des Lichtes, der Feuchtigkeit usw. gehorcht, so suchte er den Sitz dieser Empfindlichkeit in einem dicht über der Wurzelspitze liegendem Gewebe.

Von besonderem Interesse waren ferner die Beobachtungen über die Bewegungen des Keimlings, wodurch diejenigen einiger deutschen Botaniker, wie Haberlandts u. A. vervollständigt wurden. Es

Haberlandt, Gottlieb. Geb. 28. Nov. 1854 in Ungarisch-Altenburg, studirte in Wien und Tübingen, wurde 1878 Docent in Wien, 1884 in Graz Professor und später Leiter des botanischen Gartens daselbst. Er schrieb: Die Schutzeinrichtungen der Keimpflanze (Wien 1877) und außer vielen andern physiologischen und anatomischen Arbeiten, z. B. über Bewegungen des Zellkerns und das reizleitende Gewebe der Sinnpflanzen, „Eine botanische Tropenreise" (Leipzig 1893).

ließ sich zeigen, wie sich der Keimling der meisten Dikotylen in Form eines steilen, rückwärts gekrümmten Bogens ∩ aus der Erde erhebt, weil er so am besten seine Gipfelknospe schützt und sie dann, sich gerade streckend, behutsam aus der Erde herauszieht. Beim Keimen mancher hartschaligen Samen, wie derjenigen der Gurkengewächse (Cucurbitaceen), wurde dicht unter dem aus der Erde emporgewachsenen Samen, die Entwicklung eines Keils beobachtet, der wie ein eigens dazu geschaffenes Instrument beim Geradestrecken des bis dahin gebogenen Keimlings, die harten Samenschalen auseinanderbricht. Hinsichtlich der fälschlich — da die Pflanze keines Schlafes bedarf — sogenannten Schlafbewegungen der Blätter, wobei die periodischen Anschwellungen nicht völlig ausgewachsener Zellen in den Polstern der Blattstielbasis als Ursachen anzusehen sind, wurde festgestellt, daß ihr Zweck oder Nutzen in der zeitweisen Verkleinerung der Blattoberfläche und in der dadurch verminderten Gefahr, in kalten Nächten zu erfrieren, oder in starker Mittagssonnengluth — denn es giebt auch Mittagsschläfer — zu verdorren, zu suchen ist. Das Buch erfuhr einen Angriff durch Wiesner, der weniger die Beobachtungen selbst, als einige daraus gezogenen Schlüsse bemängelte.

Die letzte größere Arbeit Darwins galt der Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Regenwürmer (1881), einem Gegenstande, dem schon eine seiner ersten Veröffentlichungen von 1838 gewidmet gewesen war. Er hatte dieses Beispiel einer der kleinen Mächte, die im Laufe der Jahrhunderte Großes bewirken, mehr als ein Menschenalter nicht aus dem Auge verloren, die Würmer in Blumentöpfen zu Hausgenossen gemacht und ihre nächtliche Thätigkeit, sowie ihre geistigen Fähigkeiten mit der Blendlaterne beobachtet, z. B. wahrgenommen, wie schlau sie beim Herabziehen der Blätter in die Erde verfahren, indem sie die Föhrennadeln, von denen mindestens zwei in gemeinschaftlicher Scheide stecken, immer mit dem Scheidenende voran herabziehen. Die Bodenumlagerung wurde an dem Sinken auf der Oberfläche liegender Steine, die allmählig mit ihren aus der Erde emporgebrachten, mit ihren Ausscheidungen durchtränkten Erdmassen bedeckt werden, gemessen, und gezeigt, daß in vielen Theilen Englands auf jedem Acre Landes jährlich zehn Tonnen (10 516 Kg.) Erde durch den Körper der Würmer gehen, und oben aufgeschüttet werden. Dadurch sinken

Wiesner, Julius. Geb. 20. Jan. 1838 in Tschechen bei Brünn, studirte dort und in Wien, wurde hier 1861 Privatdozent, 1868 Professor an der polytechnischen Schule und 1873 Professor an der Universität und Leiter des pflanzenphysiologischen Instituts. Er veröffentlichte, außer verschiedenen Arbeiten über die technisch verwertheten pflanzlichen Rohstoffe, namentlich physiologische Beobachtungen über die Entstehung des Chlorophylls (Wien 1877), Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreich (das. 1878—80), Das Bewegungsvermögen der Pflanzen (das. 1881) und Pflanzenphysiologische Mittheilungen aus Buitenzorg (das. 1894).

auch Münzen, Waffen und andere an der Oberfläche verlorene Gegenstände fortdauernd tiefer und selbst Bautheile, die nicht tiefer als die Erdlöcher fundamentirt sind, wie z. B. römische Mosaikfußböden, und megalithische Denkmäler wurden durch die in ihren Fugen emporkommenden Würmer immer tiefer in den schützenden Erdboden versenkt und dadurch theilweise erhalten. Einer seiner Söhne, Horace Darwin, hat diese Beobachtungen und Messungen bis zum Schlusse des Jahrhunderts fortgesetzt.

Die Biologie im letzten Vierteljahrhundert.

Der belebende und verjüngende Einfluß der Darwin'schen Theorie hatte sich bald in allen biologischen Forschungsgebieten geltend gemacht, eine Menge Probleme, denen durch Beobachtungen und Versuche näher zu kommen war, an die aber Niemand früher gedacht hatte, schossen wie Pilze aus dem Boden und an allen höheren Lehranstalten entstanden Laboratorien und Institute für die verschiedensten Zweige der biologischen Forschung. Wenn heute die Darwin'sche Theorie als vollkommen verfehlt erwiesen werden könnte, und nur die allerdings von keinem wirklichen Forscher mehr bezweifelte Abstammungslehre übrig bliebe, so würde doch der gewaltige Aufschwung des Geistes der Forschung für die heilsame Wirkung des Auftreten Darwins zeugen. Es würde unmöglich sein, die Ergebnisse dieser Forschungen auf einem so kleinen Raum, wie er hier zur Verfügung steht, in einiger Vollständigkeit darzulegen; wir müssen uns auf Andeutung der wichtigsten Ergebnisse beschränken.

Zunächst handelte es sich um eine bedeutende Vermehrung des Forschungsmaterials. Gelegentliche Beobachtungen bei privaten Forschungen und namentlich die Wahrnehmungen bei der Legung transatlantischer Kabel hatten ergeben, daß der Meeresgrund der Tiefe nicht so thierarm oder gar thierlos (azoïsch) sei, wie man früher glaubte und es wurden nun für größere Tiefsee-Expeditionen, die mit Fangvorrichtungen für alle Tiefen ausgestattet waren, staatliche Unterstützungen flüssig gemacht. Man brachte dadurch eine große Menge neuer, oft höchst eigenartiger und lehrreicher Lebensformen empor. Die durch einige Funde in großen Tiefen angetroffener Haarlilien angeregte Prophezeiung von L. Agassiz, man werde dort noch viele für ausgestorben geltende Formen am Leben finden, bewährte sich zwar nur in bescheidenem Maaßstabe, und man sah ein, daß jene Haarlilien wohl auch in der Vorzeit nur in größeren, von den Stürmen der Oberfläche unberührten Tiefen gelebt haben, aber die Entdeckung verschiedener, vertikal über einander geordneter Lebenszonen, die zu den horizontalen des Littorals und der offenen See

(pelagischen Zonen) hinzukamen und die seltsamen Anpassungen der Tiefseeformen entschädigten reichlich für diesen Ausfall.

Die pelagischen Thiere, unter denen man die bisher unbekannten Larven vieler Küstenarten entdeckte, sind vielfach ausgezeichnet durch eigenthümliche Schwebe-Vorrichtungen, die auch den Algen und Protisten nicht fehlen und ihnen das anhaltende Schwimmen oder Treiben an der Oberfläche ermöglichten. Pflanzen, die darunter einen bedeutenden Prozentsatz ausmachen, können natürlich nur in den oberen Schichten, wo das Licht zureicht, um ihre Lebensthätigkeit zu unterhalten, existiren und sie machen neben Kleinkrebsen und Larven einen beträchtlichen Theil des von Hensen sog. Auftriebs (Planktons) aus, von dem die größeren, hier sparsamer vorkommenden Wasserthiere leben. An den Tiefsee-Thieren, die besonders durch Wywille-Thomson, Möbius, Murray, Moseley, Milne-Edwards, Chun u. A. studirt wurden, fiel nichts mehr auf, als ihre lebhaften Farben und ihre Leuchtvorrichtungen, die bei manchen Fischen und Kopffüßlern ein intensives Licht in verschiedenen Farben ausstrahlen. Diese Leuchtvorrichtungen, welche die Körper oft in großer Zahl bedecken, wurden anfangs von Ussow, Leydig u. A. „für leuchtende Augen“ erklärt, bis E. Krause (1881) darauf aufmerksam machte, daß diese Organe vollkommen den Bau von Projektionslaternen mit Hohlspiegeln und Linsen haben, was denn auch später mehrseitig bestätigt wurde. Schon aus den lebhaften Farben der Tiefseethiere, die dort eine ähnliche Rolle wie bei den Luft- und Seichtwasserthieren spielen und als Schutz- und Warnungsfarben wirken, geht hervor, wie namentlich Murray und Nuttal gezeigt haben, daß dort in Tiefen, wo kein Tagesstrahl hindringt, ein ausreichendes Phosphorescenz-Licht vorhanden sein muß, um daselbst entstehen und wirken zu können. Zum Theil scheint dieses Licht, namentlich bei festgewachsenen Korallenthieren, aber auch bei gewissen Anglerfischen als leuchtender Köder, wie die Fanglaterne der Schmetterlingsjäger zu dienen, da die Kleinthiere des Meeres und selbst Protisten und Algen, wie Insekten vom Lichte angelockt werden, zum Theil auch als Warnungs- und Signallicht, wie bei den Johanniswürmchen und andern übelschmeckenden Weichkäfern, die durch ihr Licht nächtliche Insektenfresser von sich abhalten und zugleich den Geschlechtern als Signal und Anlockung dienen.

Die Reisen der Naturforscher in überseeische Länder dienten nicht mehr allein dazu, um Thiere und Pflanzen zu sammeln und die Herbarien und Museen zu füllen, sondern vornämlich, um biologische Beobachtungen zu machen und entwickelungsgeschichtliche Präparate heimzubringen, die sich an Ort und Stelle nicht leicht untersuchen lassen, da biologische Laboratorien, wie das von Treub im botanischen Garten von Buitenzorg (Java) geleitete, bisher in diesen Ländern nur sparsam vorhanden sind. Es sei hier nur an die zum Studium der elektrischen Fische Afrikas unternommenen Reisen von Fritsch, an die den Walfischstudien gewidmeten Reisen Küken-

thals, an die Expedition der Vettern Sarasin nach Ceylon und die Reise Semons nach Australien, um den dortigen Lungenfisch, sowie Kloaken- und Beutelthiere in ihrer Heimath zu untersuchen, erinnert. Unter den Botanikern traten in neuerer Zeit Haberlandt, Möller, der jüngere Schimper, Schenk, Wiesner u. A. solche Tropenreisen an, um die Lebensverhältnisse der höhern Pflanzen, wie auch der Pilze dort zu studiren.

Ein biologisches Forschungsfeld, welches durch Darwin in besonderm Maaße begünstigt und zahlreiche Forscher der Neuzeit angezogen hat, so daß es auch wohl als Biologie schlechthin bezeichnet wird, ist das gegenseitige Verhältniß der Lebewesen zu einander, wobei vielfach ein Zusammen- und Ineinanderleben zu beobachten ist, daß die betreffenden Wesen kaum mehr ohne einander gedeihen können. Die schon mehrfach berührten Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten (Vergl. S. 642 und 702) zogen namentlich zahlreiche Forscher an, und es darf jetzt trotz einiger Einwürfe von Bonnier und Plateau, die sich leicht erledigen ließen, für erwiesen gelten, daß gewissen Thieren, namentlich Insekten und Vögeln, der hauptsächlichste Antheil an der Züchtung schönfarbiger und großer Blumen und ihrer Düfte zukommt. Die durch den Wind befruchteten blumenlosen Gewächse (Apetalen) haben ebenso unscheinbare und duftlose Blüthen, wie gewisse Pflanzen, die ihre Früchte unter der Erde reifen oder sich selbst bestäuben. Hermann Müller, der wohl der emsigste und erfolgreichste Forscher auf diesem Gebiete war, setzte nicht nur die Studien Sprengels und Darwins über die Pflanzen der Ebene fort, sondern bezog auch die Alpenpflanzen in dieses Beobachtungsfeld ein, lieferte eine reiche Statistik der Besucher, die durch Blumenstaub oder Honig angezogen, die Bestäubung durch mitgebrachten Pollen vollziehen und untersuchte andrerseits die Rückwirkung, welche dieser Nahrungserwerb auf den Körper der Insekten gehabt hat. Er bewies noch eindringlicher wie seine Vorgänger, daß man leicht Fliegen- und Käferblumen, sowie Bienen- und Schmetterlingsblumen unterscheiden kann, da die Fliegen und Käfer nur offenen Honig erreichen können, und meist nur weiße, gelbliche und grünliche

Müller, Hermann. Bruder von Fritz M., geb. 23. Sept. 1829 in Mühlberg a. E., studirte seit 1848 in Halle und Berlin und wirkte seit 1858 als Oberlehrer und Professor an der Realschule in Lippstadt. Auf einer seiner Alpenreisen, die er seit Jahren für die blüthenbiologische Erforschung der Alpenflora unternahm, starb er 26. August 1883 in dem Dörfchen Prad an der Stilfser Jochstraße. Sein grundlegendes Werk: Die Befruchtung der Blumen durch Insekten (Leipzig 1873) wurde sehr erweitert mit einer Vorrede von Darwin 1883 von D'arcy W. Thompson englisch herausgegeben. Im Verein mit seinem zweiten Werke: Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten (Leipzig 1881) diente es dem Handbuch der Blüthenbiologie von Paul Knuth (das. 1898—1900. 3 Bände) als Grundlage.

Blumen, oder auch aasfarbene und -duftende Blumen gezüchtet haben, die Bienen und Schmetterlinge dagegen auch lebhaft rothe, violette und blaue Blumen, deren Honig tiefer liegt und oft durch besondere Bedeckungen, die nur sie durchbrechen können, geschützt ist. Bei vielen Pflanzen nehmen auch Kelch- und Hüllblätter, ja manchmal Stammblätter, lebhafte Farben an, um als Sammelfahnen Insekten aus der Ferne anzulocken. Bei einer auf Madagaskar vorkommenden Orchidee (Angraecum sesquipedale) liegt er auf dem Grunde eines anderthalbfußlangen Spornes, der Darwin zu der bald erfüllten Prophezeiung veranlaßte, man werde dort vermuthlich einen Schwärmer mit so langem Rüssel entdecken. Die von Abend- oder Nachtinsekten besuchten Blumen sind entweder trübfarbig, wie Nachtviole und Türkenbundlilie, oder weiß, wie die vom Windig besuchte Zaunwinde, und viele von ihnen beginnen in der Dunkelheit stark zu duften.

Neben Müller studirten in Deutschland namentlich noch Hildebrand, Knuth, Löw und Ludwig diese Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Thieren, doch lieferten noch viele andre Botaniker Beiträge, wie Fritz Müller in Brasilien, Delpino in Italien, der namentlich die Thätigkeit der Schnecken bei der Blumenbefruchtung untersuchte, und verschiedene schneckenliebende (malakophile) Pflanzen nachwies, während Löw die vogelliebenden (ornithophilen) Blumen studirte, die namentlich von Kolibris und Honigvögeln in warmen Ländern besucht und befruchtet werden. Einen besonderen Fall stellen sogenannte Kesselfallen-Blumen dar, welche, wie z. B. die der Aristolochiaceen und Aroideen, die besuchenden Fliegen eine Zeit lang gefangen halten, da der Ausgang nicht so leicht wie der Eintritt ist, wobei manchmal noch sogenannte Fenster, durchscheinende Stellen des Blüthenkessels, die Fliegen auf falsche Wege leiten. Erst wenn die Staubgefäße reif sind, werden die Fliegen entlassen, und tragen den Blumenstaub in andre Blüthen, bei denen die sich früher entwickelnde Narbe zum Empfange bereit ist, worauf sich das vorige Spiel wiederholt. Bei vielen Aroideen und auch bei der Victoria regia scheint eine starke Erwärmung des Blütheninnern (bis zu 15° über Lufttemperatur) die Anziehungskraft für gewisse Thiere zu erhöhen. Vergl. S. 649.

Ein ähnliches Beobachtungsfeld liefert die Anziehungskraft, welche manche Früchte durch eßbare Hüllen und lebhafte Farben auf Thiere ausüben, die ihre Samen, manchmal, nachdem sie mit Erhaltung der Keimfähigkeit ihren Darmkanal passirt haben, aussäen und verbreiten. Solche Früchte zeigen oft ein lebhaftes Roth, welches schön mit dem Laube kontrastirt, wie z. B. die der Eberesche, manchmal selbst ein blumenartiges Aussehen, wie die des Spindelbaums (Evonymus), während Früchte, die keine eßbare Samenschale, wie z. B. die Wallnüsse besitzen, auch keine Farben entwickeln. Trockne Früchte werden häufig vom Winde verbreitet und bilden dieserhalb trockenhäutige Flügel, Haarschöpfe oder Flugschirme aus, wie z. B. viele Coniferensamen und Ahornfrüchte mit Flügeln, Weiden- und Pappelsamen mit Haar-

schöpfen und die Korbblumen, z. B. Löwenzahn und Disteln mit Flugschirmen. Andre Früchte heften sich mit Häkchen und Stacheln in das Fell der Thiere, wodurch sie verschleppt werden, so daß die Umgebung von Wollfabriken, in denen ausländische Schafwolle versponnen wird, oft Mittelpunkte einer fremdartigen Flora werden.

Ein fast entgegengesetztes Beobachtungsgebiet, die Schutzeinrichtungen sehr vieler Pflanzen gegen ungebetene Gäste studirte Kerner, ohne zu ahnen, daß viele der von ihm beschriebenen Fälle, namentlich diejenigen der Pflanzen, die ihren Stengel mit Drüsenhaaren, Leimringen und Wasserbecken gegen das Emporkriechen flügelloser Insekten schützen, schon im vorigen Jahrhundert durch E. Darwin in demselben Sinne gedeutet worden waren. Natürlich hat Kerner den von der Pflanze entwickelten Schutzvorrichtungen viele vorher unbekannte hinzugefügt, andrerseits hatte aber der ältere Darwin andre betrachtet, z. B. die Arzneistoffe, Gifte und starkriechenden Bestandtheile der Rinden, Blätter und Wurzeln, die viele Plünderer fernhalten. So entwickeln die Meerzwiebeln ein besondres, nur für Nagethiere tödtliches Gift, welches sie wahrscheinlich vor dem Verzehrtwerden durch diese Steppenthiere schützt. Andere Pflanzen, z. B. die Aroideen, die Stahl untersucht hat, scheiden in ihren grünen Theilen scharfe Nadeln (Raphiden) von oxalsaurem Kalk ab, welche im Munde und auf der Zunge heftigen Schmerz erregen, einige schützen sich, wie auch viele Pflanzenthiere, durch Nesselorgane, und es ist ein hübscher Beitrag zur Mimikry-Theorie (S. 698) daß z. B. unsere Nesseln von mannigfachen heimischen Pflanzen in der Blattform genau nachgeahmt werden und dadurch Weidethiere, welche die Nesseln vermeiden, von sich abhalten.

Auch gegen klimatische Einflüsse entwickeln viele Pflanzen Schutzvorrichtungen, so z. B. Wüsten- und Seestrandpflanzen gegen Austrocknen, Pflanzen der Regenzonen durch Träufelspitzen der Blätter,

Kerner, Anton, Ritter von Marilaun. Geb. 12. Nov. 1831 zu Mautern in Niederösterreich, studirte Medizin in Wien, praktizirte dort einige Jahre als Arzt, wandte sich dann der Botanik zu, wurde 1858 Professor an der technischen Hochschule in Ofen, 1860 in Innsbruck und 1878 in Wien, wo er die Leitung des botanischen Gartens übernahm und 22. Jan. 1898 starb. Er durchforschte die österreichischen Donau- und Alpenländer botanisch und schrieb unter Andern: Die Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden (Innsbruck 1869), Die Schutzmittel der Blüthen gegen unberufene Gäste (Wien 1876) und Illustrirtes Pflanzenleben (Leipzig 1877—91, 2. Aufl. 1896—98, 2 Bde.)

Stahl, Ernst. Geb. 21. Juni 1848 zu Schiltigheim bei Straßburg i. E., studirte in Straßburg, Halle und Würzburg, lehrte erst in Würzburg Botanik, und wirkt seit 1881 in Jena als Professor und Direktor des botanischen Gartens. Er lieferte: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten (Leipzig 1877, 2 Hefte), schrieb über Heliotropismus und Geotropismus der Pflanzen und über sogenante Kompaßpflanzen (Jena 1883), Pflanzen und Schnecken (das. 1888), Regenfall und Blattgestalt (Leiden 1893).

die den Regen schnell herabführen, Alpenpflanzen durch tiefgehende Wurzeln und dichte Blattpolster gegen starke Temperaturwechsel, die *Compaßpflanzen*, welche *Stahl* untersucht hat, zu denen von den Prairie-Pflanzen Nordamerikas Silphium laciniatum und bei uns die wilden Latticharten gehören, stellen ihre Blätter senkrecht in die Meridianebene, so daß sie möglichst wenig von der Mittagssonne und vornehmlich nur von der Morgen- und Abendsonne getroffen werden. Mehrere solcher *klimatischen Anpassungen* und *Schutzeinrichtungen* ließen sich im Laboratorium künstlich hervorrufen oder verstärken.

Von ganz besondrer Beweisfähigkeit für die Wandelbarkeit der Körper und Instinkte sind die Schutzwachen aus Ameisen, mit denen sich viele Pflanzen der wärmeren Länder umgeben, und ihnen Wohnungen in Höhlungen ihrer Stämme, Blattstiele und Aeste bereithalten, sowie auch besondre Nahrungsmittel für sie erzeugen, augenscheinlich als Gegengabe für den Schutz, den ihnen diese bissigen Thierchen gegen die Plünderungen andrer Thiere, namentlich der sogenannten Blattschneider- oder Visiten-Ameisen, gewähren. Seit mehreren Jahrhunderten bekannt sind einige hinterindische Rubiaceengattungen (Myrmecodium und Hyduophytum), deren niedre, auf Baumästen wachsende Stämme kuglig oder oval anschwellen und ein System von Gängen und Kammern entwickeln, die alsbald von Ameisen bezogen werden. Am genauesten sind von den sehr zahlreichen *Ameisen-Pflanzen* die Ochsenhorn-Akazie (Acacia sphaerocephala) und der Armleuchterbaum oder Imbauba (Cecropia adenopus) in Nicaragua und Brasilien bekannt, die von *Th. Belt*, *Fritz Müller*, *Schimper* u. A. studirt wurden. Bei den ersteren wohnen die Ameisen in den hohlen Dornen, bei dem Imbauba in den hohlen Stammgliedern und werden von beiden durch kleine eiförmige an Eiweißstoffen und Stärkemehl reiche sog. „Müller'sche Körperchen" die sich in Haarpolstern oder an den Blattspitzen entwickeln, sowie durch Nektar aus Drüsen beköstigt. Dafür schützen sie ihre Wohnpflanzen gegen jeden Angriff durch Thiere, namentlich gegen die Blattschneider-Ameisen, die in kurzer Zeit ganze Wipfel entlauben, indem sie auf sie losstürzen und sie mit ihren Bissen verjagen. Es handelt sich also hier nicht blos, wie in den Mimicry-Fällen, um einseitige, sondern um *gegenseitige* Anpassungen, die nur dadurch hervorgerufen wurden, daß Thier und Pflanze sich trafen, von ihrem Zusammenleben Nutzen zogen und erbliche Abänderungen erlangten, durch die das Zusammenleben gefördert wird.

Man hat lange Zeit nicht gewußt, was die Blattschneider-Ameisen mit den großen Blättermassen beginnen, die sie auf oft langen Wegen in ihre unterirdischen Bauten schleppen. Zwar vermuthete bereits *Belt*, daß sie darauf Nahrungs-Pilze ziehen, aber erst A. *Möller* konnte 1891 durch Beobachtungen und Versuche die

Möller, *Alfred*. Geb. 12. August 1860 in Berlin, studirte in Eberswalde

Richtigkeit dieser Annahme bestätigen. Sie bauen aus den zerkauten Blättern schwammartige Nester, auf denen sie das Muttergewebe (Mycelium) von Hutpilzen züchten, indem sie die Zucht durch Jäten reinhalten und durch Regulirung der Temperatur pflegen. Die Pilzfäden schwellen dann zu kleinen rübenartigen Körpern (Pilz-Kohlrabi) an, die sie verzehren. Möller sah dann andere Arten ähnliche Pilzgärten aus Holzmehl bauen, welche sie mit Kotheinlagerungen düngen, um andre Pilze darauf zu ziehen, und später hat man entdeckt, daß auch gewisse europäische Ameisen und die Termiten ähnliche Pilzzucht in ihren Nestern treiben.

Eine noch innigere Lebensgemeinschaft war seit längerer Zeit an den Flechten studirt worden, jenen krusten- oder laubartigen Gewächsen, die auf Gestein, Baumrinden und Aesten oder auch auf dem Boden wachsen, durch ihre lebhaft gelben, grünen und rothen Farben das Landschaftsbild, namentlich im Winter, beleben, und für besondre Pflanzen gehalten wurden, welche die Lichenologen in Hunderte von Arten getheilt und mit besondern Namen belegt hatten. Schwendener erkannte in jahrzehntelanger Arbeit (seit 1858), wobei er von vielen andern Botanikern, wie A. de Bary, Reeß, Bornet, Stahl, Möller u. A. wirksam unterstützt wurde, daß diese scheinbar einfachen Pflanzen mit so charakteristisch verschiedenem Aussehen allemal aus zwei verschiedenen, zur innigen Lebensgemeinschaft (Symbiose) verbundenen Organismen bestehen, einem Schlauchpilz und einer (selten mehreren) niedern Alge. Die Lebensgemeinschaft erstreckt sich auf Ernährung, Wachsthum, Gestaltbildung und Fortpflanzung. Während die Alge vorzugsweise an der Zersetzung der Luftkohlensäure betheiligt ist und die Kohlehydrate bereitet, beherrscht der Pilz die Ausgestaltung der äußern Form, bietet das feuchte Lager und nimmt auch allerlei mineralische und organische Stoffe aus der Unterlage auf. Sie erzeugen gemeinsam zahlreiche Brutknospen (Soredien), d. h. ungeschlechtliche Fortpflanzungskörper, die von Pilzfäden umsponnene Algenzellen darstellen, von Wind und Regen weiter geführt, neue Flechten erzeugen und im Innern kleiner Schüsselchen (Apothecien) Pilzsporen, die nur beim Auffinden der an

Botanik und Forstwissenschaft, arbeitete besonders unter Brefeld über Pilze, ging 1890—93 nach Brasilien, wo er bei seinem Oheim Fritz M. Pilzstudien trieb, wirkte dann als Oberförster in Idstein a. Taunus und Eberswalde, wurde hier zum Professor und Leiter einer mycologischen Anstalt ernannt. Er schrieb: Die Pilzgärten einiger südamerikanischer Ameisen (Jena 1893), Brasilische Pilzblumen (das. 1895), Protobasidiomyceten (das. 1898), Phycomyceten und Ascomyceten (das. 1901).

Reeß, Max. Geb. 1845 zu Wiesloch in Baden, studirte Naturwissenschaften, wurde 1870 Professor der Botanik in Erlangen, wo er auch die Leitung des botanischen Gartens übernahm. Er arbeitete namentlich über Gährungs- und Rostpilze, über die Symbiose der Pilze in Flechten und mit Waldbäumen und starb 16. Sept. 1901 zu Klingenmünster in der Pfalz.

feuchten Orten stets vorhandenen Algen keimen. Als selbstständige Arten scheinen diese Pilze in der freien Natur ganz untergegangen zu sein, oder vielmehr sie haben die Fähigkeit, für sich allein zu leben, eingebüßt, dagegen können die Algen, wenn man sie aus dem Flechtenkörper löst, leicht fort vegetiren und erweisen sich als zu vielen verschiedenen Algenfamilien gehörig. Der Beweis der anfangs unglaublich erscheinenden Beobachtungen Schwendeners wurde erst erbracht, indem man künstliche Flechten durch Aussaat der Flechtenpilzsporen auf Algenlagern erzeugte (Flechtensynthese), was zuerst Reeß (1871), später Stahl (1877) und Möller gelang.

Bald fand man nun auch, daß Algen sich im Körper höherer Pflanzen einnisten, ja daß sie in den Leib von Radiolarien, Polypen, Quallen, Seerosen und Würmern eindringen, dort unter der Haut leben und dieselbe gelb, grün oder braun färben. Die Aehnlichkeit der gelbgrünen Körnchen in den Radiolarien mit einzelligen Algen war schon 1871 von Cienkowsky und ebenso ihre Stärkeerzeugung von Haeckel bemerkt worden, aber erst später wurden die Thatsachen durch Geza Entz, Brandt, O. Hertwig u. A. zur Gewißheit erhoben. Die freibeweglichen „Thiere mit innerlicher Gemüsezucht" begeben sich am Tage nach hellen Orten, um ihre Pflanzen zu besonnen, und man kann dann z. B. die grünen Plattwürmer (Planarien) einen Ueberschuß von Sauerstoff ausscheiden sehen; der gegenseitige Austausch von Ernährungs- und Athmungsstoffen zwischen Pflanze und Thier geht hier auf kürzestem Wege vor sich. Ohne Zweifel zehren solche Thiere auch von ihrer innerlichen Algenzucht, und manche von ihnen sterben, wenn sie längere Zeit im Dunkeln gehalten werden, ab, nachdem sie ganz blaß geworden sind. Sie scheinen der Hilfsernährung durch grüne Algen nicht mehr entbehren zu können.

Andrerseits gehen viele Pilze mit höheren Pflanzen eine Symbiose ein, indem sie theils ihre Wurzeln mit einem dichten Netzwerk umspinnen und die sogenannte Pilzwurzel (Mycorhiza) erzeugen, theils in tiefere Schichten eindringen oder besondre Knöllchen an ihren Wurzeln erzeugen. Solche verpilzten Wurzeln wies Reeß zuerst 1880 bei unsern Nadelhölzern nach, Frank fand sie 1885 bei den meisten Cupuliferen (Eichen, Roth- und Weißbuchen, Haselnüssen, echten Kastanien u. s. w.), später wurden sie auch bei einer großen Anzahl von Kräutern entdeckt, so z. B. bei den meisten Orchideen. Durch Versuche ließ sich nachweisen, daß viele Gewächse in einem sterilisirten, d. h. durch Erhitzen auf über 100° von lebenden Pilzen be-

Frank, Bernhard. Geb. 17. Jan. 1839 in Dresden, studirte in Leipzig, ward 1865 Custos am dortigen Herbar und Dozent an der Universität, folgte, 1878 dort zum Professor ernannt, 1881 einem Rufe an die Landwirthschaftliche Hochschule zu Berlin und starb das. 27. Sept. 1900. Er arbeitete namentlich über Pflanzenkrankheiten und Pilzsymbiose und schrieb ein Lehrbuch der Botanik (Leipzig 1892—93, 2 Bände) und ein Lehrbuch der Pflanzenphysiologie (Berlin 1890).

freiem Boden nicht gut fortkommen und manche von ihnen, namentlich Orchideen, wollten in solchem Boden überhaupt nicht keimen. Es scheint, daß diese Wurzelpilze, die nicht blos den Hirsch- und Edeltrüffeln, wie man früher glaubte, sondern den verschiedensten Arten angehören, dem Wirthe zum Danke für die Säfte, die sie ihm entziehen, stickstoffreiche organische Verbindungen zuführen, die sie im Stande sind, der Bodenluft abzugewinnen, während die höhern Pflanzen dazu nicht im Stande sind. Man schließt dies daraus, daß gewisse Hülsenpflanzen, wie Lupinen, Serradella und Andere, durch kleine, niedre Pilze einschließende Knöllchen, die sich an ihren Wurzeln bilden, befähigt sind, im dürrsten Sandboden zu gedeihen und dabei reichlich Stickstoff im Kraut und Samen anhäufen, so daß sie, wie schon die alten Römer wußten, beim Unterpflügen den Boden düngen. Auf die Entdeckung dieser Pilzknöllchen (durch Hellriegel und Wilfarth) hin, impft man jetzt solche Felder mit künstlich gezüchteten Pilzkeimen (Nitragin).

Auch zahlreiche Lebensgemeinschaften von Thieren, wie z. B. die bekannte „Freundschaft" der Seerosen mit Einsiedlerkrebsen, der Wollkrabben mit Schwämmen usw. erklären sich leicht durch den gegenseitigen Vortheil, da die Seerosen als Nesselthiere gefürchtet sind, schützen sie den Krebs, auf dessen Schneckenhause oder Rücken sie wachsen und zehren von seinem Fange mit (Kommensualismus). Mancherlei kleine Fische wohnen in dem weiten Magen großer Seerosen, und Schaaren ganz junger Fische begeben sich unter den Schutz großer Wurzelquallen, deren Wanderungen sie wie ein Gefolge begleiten, ein Verhältniß, was man als Mitwanderschaft (Kommigratorismus) bezeichnet hat. Auch die zahlreichen Gäste aus dem Insektenreiche, die man in Ameisen- und Termitenbauten antrifft, sind theilweise etwas Besseres als Schmarotzer, da sie den Ameisen als Dank für gewährte Gastfreundschaft allerlei Säfte und Körper-Ausschwitzungen gewähren, die jene sehr begierig lecken. Selbst unter höhern Thieren finden wir solche Bundesgenossen, wie z. B. die Madenhacker und Kuhvögel, die ihre Nahrung auf dem Felle verschiedener Hufthiere und Dickhäuter finden, und ihnen dafür nicht nur das Ungeziefer absuchen, sondern sie auch vor nahender Gefahr durch lautes Schreien warnen.

Unter den Fortschritten des entwicklungsgeschichtlichen Studiums bei den Pflanzen ist namentlich der Arbeiten von Pfeffer und Strasburger zu gedenken, welche

Pfeffer, Wilhelm. Geb. 9. März 1845 in Grebenstein bei Kassel, studirte in Göttingen, Marburg, Würzburg und Berlin, wurde 1871 Dozent in Marburg, 1873 Professor in Bonn, ging 1877 nach Basel, 1878 nach Tübingen, 1887 nach Leipzig, schrieb über Befruchtung, Keimung, Osmose, Reizbarkeit und Bewegung der Pflanzen, namentlich auch über lokomotorische Vorgänge, die bei niedern Pflanzen durch chemische Reize eingeleitet werden (Chemotaxis). Sein Hauptwerk ist die Pflanzenphysiologie (Leipz. 1882, 2. Aufl. 1897—1901, 2 Bd.)

die Befruchtungsvorgänge bis in die letzten Einzelheiten verfolgten und auch die Pflanzenphysiologie und Energetik auf eine höhere Stufe brachten. Bei den Thieren wurde namentlich das Studium der aus der Gastrula-Larve entstehenden freilebenden Larvenformen zur Aufhellung der Abstammungsverhältnisse von Wichtigkeit. Die niedersten Pflanzenthiere und niedersten Würmer schließen sich unmittelbar an festwachsende oder freibleibende Gasträaden an, und die Würmer erwiesen sich als ein Grundtypus, aus dem sich die meisten höhern Thiergruppen herleiten ließen. Bei den Mollusken erscheint z. B. in der Entwicklung eine sogenannte Kreisellarve (Trochophora), die in sehr ähnlicher Form auch den Gliedern- und Sternwürmern eigenthümlich ist und den Schluß erlaubt, daß die Mollusken aus Wurmthieren hervorgegangen sind, wobei die sogenannten Wurmmollusken oder Amphineuren, den Käferschnecken nahestehende Thiere, die man sonst zu den Würmern rechnete, den Uebergang bilden.

Die Stachelhäuter oder Echinodermen, deren Ursprung früher ganz unklar war, leitet man heute nach ihrer namentlich von Semon verfolgten, Larvenentwicklung, die mit wurmartigen Formen beginnt, von niedern Würmern her, um deren Mund dann ein fünftheiliger Tentakelkranz entspringt, wobei die anfangs zweiseitig symmetrische Larve durch eine komplicirte Metamorphose in die strahlig gebaute Pentactula-Larve übergeht, die das Nachbild einer gänzlich ausgestorbenen Pentactaea genannten Ahnenform aller Ordnungen der Stachelhäuter zu sein scheint, da sie in den Entwicklungsreihen aller einzelnen hierhergehörigen Thiere wiederkehrt.

Die Gliederfüßler oder höhern Gliederthiere scheinen sämmtlich von Ringelwürmern herleitbar, denen sich die Urkrebse (Trilobiten) nahe genug anschlossen. Für die Ableitung der luftathmenden Gliederthiere sind die erst in neuerer Zeit genauer studirten Peripatiden von Interesse, die über alle wärmeren Länder verbreitet sind, und deren raupenähnlicher Körper unregelmäßig zerstreute Athemröhren (Tracheen) zeigt, die aus Hautdrüsen entstanden zu sein scheinen. Man hat diese Thiere darnach auch Urtracheaten genannt. Auf die Ableitung der Insekten haben die in den letzten Jahren erfolgten Studien über die Entwicklung der flügellosen Insekten (Apteroten) zu denen von den bekannteren Thieren die Silberfischchen (Lepisma) unserer Wohnungen und die Gletscherflöhe gehören, nähern Aufschluß gegeben. Diese Thiere zeigen zum Theil noch im ausgewachsenen Zu-

Strasburger, Eduard. Geb. 1. Febr. 1844 in Warschau, studirte seit 1864 in Bonn und Jena, ließ sich 1868 als Dozent in Warschau nieder, ging 1869 als Professor nach Jena, wo er später die ordentliche Professur für Botanik erhielt, die Leitung des botanischen Gartens übernahm und 1881 einem Rufe nach Bonn folgte. Als Meister des Mikroskopes vertiefte er die Kenntniß der Befruchtungsvorgänge und des feineren Baues der Zelle und ihres Kernes. Mit Pfeffer setzte er die Herausgabe der von Pringsheim begründeten „Botanischen Jahrbücher“ fort.

stande Punktaugen und Vielfüßigkeit, wie die Tausendfüßler und machen es wahrscheinlich, daß sowohl die Beschränkung der Zahl der Fußpaare auf drei, wie die Flügelentwickelung spätere Erwerbungen sind.

Für die Entwickelung aller höheren Metazoen und namentlich der Wirbelthiere bedeutete die 1881 aufgestellte Erklärung der Leibeshöhlenbildung (Coelom-Theorie) der Gebrüder Hertwig einen bedeutenden Fortschritt. Sie zeigten, daß bei allen diesen Thieren die Leibeshöhle in gleichartiger Weise durch Einstülpung von ein Paar Innenblatt-(Entoderm-)Säcken entsteht. Diese paarigen Cölom-Taschen wachsen vom Urmunde der Gastrula-Larve (S. 696) aus zwischen ihre beiden primairen Keimblätter hinein. Das innere oder Visceralblatt der zweiblättrigen Cölomtaschen legt sich an das Entoderm an, ihre äußere Lamelle (Parietalblatt) hingegen verbindet sich mit dem Exoderm; so entsteht nach innen die zweiblättrige Darmwand, nach außen die zweiblättrige Leibeswand; zwischen beiden bleibt der Hohlraum der durch Verschmelzung des rechten und linken Cölomsackes entstandenen Leibeshöhle, in welchem sich die Eingeweide lagern.

Vieles, was die Entwicklungsgeschichte nicht enthüllen konnte, brachte das Studium der Paläontologie, welches nun erst Ziel und Inhalt bekommen hatte, da es galt, das Werden der Pflanzen und Thiere bis in die ältesten Epochen der Erdbildung zurück zu verfolgen, die Genealogie der beiden Reiche zu enthüllen. Früher nur auf Zufallsfunde beim Bergbau angewiesen, wurde nun die systematische Erforschung und Ausbeutung fossilienreicher Schichten vorgenommen, wozu Regierungen, Institute und reiche Privatleute bedeutende Mittel zur Verfügung stellten. Besonders zeichneten sich hierbei die reich dotirten nordamerikanischen Universitäten aus, von denen förmliche Expeditionen in fossilienreiche Regionen ausgesandt wurden, welche die Museen mit einer Ueberfülle von ausgestorbenen Thierformen erfüllten, doch wurden auch in Europa bedeutende und erfolgreiche Grabungen angestellt, wie z. B. die von Gaudry in Pikermi,

Hertwig, Oskar. Geb. 21. April 1849 in Friedberg bei Frankfurt a. M., studirte seit 1868 in Jena, Zürich und Bonn, erhielt 1881 in Jena die Professur der Anatomie und ging 1888 nach Berlin, wo er die Leitung des neuen (zweiten) anatomischen Instituts übernahm. Er hatte mit seinem Bruder Richard H., (geb. 23. Sept. 1850 in Friedberg), der sich ebenfalls zuerst in Jena (1874) habilitirte und 1878 eine Professur erhielt, dann aber nach Königsberg (1881), Bonn (1883) und München (1885) ging, wo er zugleich die Leitung der zoologischen Staatssammlungen übernahm, die meisten Studien, Reisen und Untersuchungen gemeinsam betrieben, und sie gaben auch eine Anzahl Werke über Medusen, Zellenstudien und Keimblättertheorie gemeinsam heraus. Oskar H. schrieb außerdem ein Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere (Jena 1886, 4. Aufl. 1893), und Richard H. ein Lehrbuch der Zoologie (das. 1891, 3. Aufl. 1894).

Gaudry, Albert. Geb. 15. Sept. 1827 in Saint-Germain-en-Laye, be-

von Credner und Fric im Plauen'schen Grunde bei Dresden und zu Nyran in Böhmen, der fossilen Pflanzen und Insekten von Heer, der Thiere aus den Phosphoriten von Quercy, von Filhol und Lemoine, ferner von der englischen Regierung in den Sivalikschichten am Himalaya und in den Triasschichten des Kaplandes. In der Bearbeitung der Funde wetteiferten in Deutschland außer den schon Genannten Quenstedt und Zittel, in England Owen, Ly-

reiste 1853 den Orient und 1855 Griechenland für geologische und paläontologische Studien, wurde erst Assistent und dann (1872) Professor am Pariser Paläontologischen Museum, untersuchte die Tertiärschichten des Mont Lebéron, leitete später die Ausgrabungen von Pikermi in Griechenland, und schrieb außer seinen großen Fundberichten: Les enchainements du monde animal dans les temps géologiques (Paris 1877—90, 3 Theile, Les ancétres de nos animaux dans les temps géologiques (Paris 1880, Deutsch von Marschall, Leipzig 1890).

Credner, Hermann. Geb. 1. Okt. 1841 in Gotha, studirte in Klausthal, Breslau und Göttingen, bereiste 1865—68 Nordamerika, habilitirte sich 1869 für Geologie und Paläontologie in Leipzig, erhielt dort 1870 die Professur und übernahm 1871 die Leitung der geologischen Landesuntersuchung in Sachsen. Für die Paläontologie wurde seine Untersuchung der permischen Stegocephalen wichtig.

Fric (Fritsch), Anton Johann. Geb. 30. Juli 1832 in Prag, studirte daselbst erst Rechtswissenschaft, dann Medizin, erhielt 1863 eine Professur der Zoologie, wurde Direktor des böhmischen paläontologischen Landesmuseums in Prag und der Landesaufnahme, studirte die Cephalopoden, Fische und Reptile der böhmischen Kreideformation und ferner die Fauna der Gaskohle und Kalkschichten des Perm, worüber er ein mehrbändiges Werk (seit 1879) veröffentlichte.

Heer, Oswald. Geb. 31. Aug. 1809 zu Niederutzwyl (St. Gallen), studirte seit 1828 in Halle Theologie, daneben aber auch Naturwissenschaften, wurde 1831 als Geistlicher ordinirt, ließ sich aber 1834 als Dozent an der Züricher Hochschule nieder, erhielt 1838 die Professur für Botanik und Entomologie, untersuchte die Tertiär-Insekten von Oeningen und Radoboj (Kroatien), beschrieb die fossilen Pflanzen der Polarländer in einem siebenbändigen Werke mit 158 Taf. (Zürich 1868—83), sowie diejenigen von Sibirien, der Insel Sachalin, Sumatras und verschiedener europäischer Länder und starb am 27. September 1883 in Lausanne. Außer seinen zahlreichen paläontologischen Werken sind von allgemeinerem Interesse seine Bücher: Das Klima und die Vegetationsverhältnisse des Tertiärlandes (Winterthur 1860), Die Pflanzen der Pfahlbauten (Zürich 1865) und Die Urwelt der Schweiz (das. 1865, 2. Aufl. 1879. Vgl. J. J. Heer und Schröter, Oswald H., (Zürich 1885—87 2 Bände).

Quenstedt, Friedrich August. Geb. 9. Juli 1809 in Eisleben, studirte in Berlin und ging 1837 als Professor der Mineralogie und Paläontologie nach Tübingen, wo er 21. Dez. 1889 verstarb. Er untersuchte die Fossile

dekker u. A., in Frankreich Milne-Edwards, in Nordamerika Cope, Leydig, Marsh, Osborn und in neuerer Zeit in Südamerika namentlich Ameghino.

In den ältesten, dem Urgebirge zunächst auflagernden Schichten wurden nur spärliche Lebensreste gefunden. Eine vermeintliche Pro-

der schwäbischen Schichten, besonders die Jura-Ammoniten (Stuttgart 1885—88, 3 Bde.), schrieb ein Handbuch der Petrefaktenkunde (Tübingen 1851. 3. Aufl. 1882—85), eine Petrefaktenkunde Deutschlands in 7 Bänden und die mehr populären Werke: Epochen der Natur (Tübingen 1861), Sonst und Jetzt (das. 1856 und 1884), Klar und Wahr (1871—84).

Zittel, Karl Alfred von. Geb. 25. Sept. 1839 in Bahlingen, studirte in Heidelberg und Paris, trat bei der Wiener Geologischen Reichsanstalt ein und habilitirte sich dort 1863 an der Universität, ging aber noch im selben Jahre nach Karlsruhe und 1866 als Professor der Paläontologie und Direktor des paläontologischen Museums nach München. Im Winter 1873/74 begleitete er die Rohlfs'sche Expedition nach der libyschen Wüste, bearbeitete die geologischen Ergebnisse und Fossilfunde derselben, schrieb über fossile Schwämme, Mollusken und Echinodermen, ferner „Aus der Urzeit" (München 1871, 2. Aufl. 1875), und giebt die Zeitschrift „Palaeographica und Geologische Landschaften" (Kassel) heraus. Sein Hauptwerk ist das Handbuch der Paläontologie (München 1876—93, 4 Bde., worin Schimper und Schenk die Pflanzen bearbeiteten), woraus die Paläozoologie (das. 1895) einen Auszug darstellt.

Cope, Edward Drinker. Geb. 28. Juli 1840 in Philadelphia, studirte Medizin in Pennsylvanien, wurde dort Professor der Naturgeschichte am Haverford College, betheiligte sich 1871—81 an den geologischen Untersuchungen des Südens und Westens der Ver. Staaten, rüstete auch Expeditionen nach Südamerika aus, brachte gegen 1000 neue fossile Arten zusammen, darunter mancherlei besonders merkwürdige Grund- und Uebergangsformen, wie eine Urform der Hufthiere (Phenacodus) und einen menschenähnlichen fossilen Halbaffen des Eocän (Anaptomorphus Homunculus) und starb 12. April 1897 in Philadelphia. Außer seinen Ausgrabungsberichten schrieb er eine Synopsis der Amphibien und Reptile Nordamerikas (1869—71) und Primary Factors of Organic Evolution (Chicago 1896).

Marsh, Othniel Charles. Geb. 29. Okt. 1839 in Lockport (New-York), studirte erst in Amerika Chemie und Mineralogie, seit 1862 auch Zoologie und Geologie in Berlin, Heidelberg und Breslau, ward 1866 Professor der Paläontologie am Yale-College in New-Haven, leitete große Expeditionen und brachte ein ungeheures Paläontologisches Museum zusammen, aus dem er mehr als 400 neue Arten beschrieb, besonders Fischsaurier, Mosasaurier, Dinosaurier, zahnlose Flugeidechsen und Vögel der Jura- und Kreideschichten, dann aber auch zahlreiche eocäne und miocäne Säugethiere, darunter namentlich primitive Nager (Tillodonten), Hufthiere von mächtiger Körperfülle, und eine vollständige Reihenfolge fossiler Pferde vom Fünfhufer bis zum Einhufer. Außer unzähligen Einzelarbeiten schrieb er Monographien der Zahnvögel (Odontornithes 1880), Dinoceraten (1884) und Dinosaurier (1880). Er starb 18. März 1899 in New-Haven.

tistenform der laurentischen Schichten, das Morgenwesen (Eozoon canadense) wird heute ziemlich allgemein, ebenso wie der von Huxley getaufte Tiefseeschleim (Bathybius Haeckelii) für einen Pseudo-Organismus, eine unorganische Bildung erklärt. Es mögen zur Zeit der Bildung dieser Schichten schon organische Wesen existirt haben, aber die zarten Körper der niedersten Thiere und Pflanzen hatten keine zur Erhaltung geeigneten Theile und außerdem waren diese Schichten zahlreichen zerstörenden und verändernden Einflüssen nach ihrer Bildung ausgesetzt. In den Algonkin- und den über ihnen lagernden cambrischen Schichten hat man dagegen unzweifelhafte Reste von Protisten und niedern Thieren (Radiolarien, Korallen, Armfüßlern, Muscheln, Trilobiten usw.) gefunden. In den silurischen Schichten kommen die ersten Reste von Wirbelthieren (niedern Fischen), Landthieren (Skorpionen und Schaben) und Landpflanzen vor. In den devonischen und Steinkohlenschichten werden die Reste von Landpflanzen und Insekten häufiger, unter den ersteren wiegen Farne, Schafthalme und Bärlappe in meist baumartigen Formen (Calamarien, Siegel- und Schuppenbäume) vor. Auch einige Ursamen-Pflanzen mischen sich bereits bei. Von Insekten finden sich fast nur Tausendfüßler, Flügellose und Urflügler (unsern Falschnetzflüglern und Gradflüglern verwandte Formen) mit häufig drei Flügelpaaren; Fliegen und Blumeninsekten mit saugenden Mundtheilen fehlten noch ganz. Die Ansichten von Heer und andern Paläontologen, daß die Insekten von den Erdwandlungen am wenigsten berührt worden wären, hat der genaueren Beobachtung nicht Stand gehalten. Auch die Tausendfüßler, Skorpione und Spinnen der Steinkohlen-Sumpfwälder waren sehr verschieden von den heutigen. Im Wasser herrschten die Schmelzfische (Ganoiden) und gekammerte Cephalopoden, während die Urkrebse und Panzerfische sich dem Aussterben näherten. Die Wirbelthiere waren bereits aus dem Wasser emporgekommen, auf dem Sumpflande bewegten sich Urvierfüßler (Eotetrapoden) auch Panzerköpfe (Stegocephalen) genannt, die im Aeußern unsern Molchen ähnlich sahen, aber Kopf- und Bauchpanzer besaßen und im innern Bau noch die Charaktere von Amphibien und Reptilien vereinigten, obwohl sie den ersteren durch den Besitz von Kiemen näherstanden. In den permischen Schichten, die man als Abschluß der Primärzeit des Lebens betrachtet, waren sie am zahlreichsten.

Die Sekundärzeit (Trias-, Jura- und Kreideschichten) brachte ein Vorwiegen von Nadelhölzern und Palmenfarnen (Cycadeen), denen erst zum Schluß Kätzchenbäume folgten; unter den Thieren eine Herrschaft der Reptile, die damals Erde, Wasser und Lüfte eroberten und zum Theil zu riesenhaften Formen von abenteuerlichem Aussehen heranwuchsen, wie in den Ichthyosauriern, Mosasauriern und Dinosauriern, welche mit unsern Walfischen an Länge wetteiferten. Die früher nur spärlich bekannten Dinosaurier, in deren Bau sich seltsam genug Vogelcharaktere beimischen, glichen zum Theil wandelnden Bergen, während andere sich känguruhartig auf ihren viel

längeren Hinterbeinen hüpfend bewegt haben müssen, und im weichen Uferschlamm Spuren zurückließen, die man lange für Vogelfährten gehalten hat, da sich meist nur die Spuren zweier dreizehiger Füße fanden. Unter den Flugeidechsen fanden sich neben kleineren Formen doch auch solche zahnlose Riesen (Pteranodon), deren ausgebreitete Flügel mehr als 20 Fuß weit klafterten. Diese unendliche Mannigfaltigkeit von sekundären Reptilien ist mit dem Schluß der Periode fast vollständig ausgestorben, nur unter den Krokodilen und Schildkröten scheinen noch ihren Vorfahren ähnlichere zu sein, und die Brückeneidechse (Hatteria punctata) Neuseelands giebt uns als wenig verändertes Nachbild ihrer Urahnin (Palaeohatteria) aus dem Rothliegenden, ein Bild von der Organisation bei den ältesten Reptilen. Im Wasser erschienen Knochenfische und eine reiche Abstammungsfolge von Ammoniten, die sich zu kontinuirlichen Reihen ordnen ließen und in der Kreidezeit ausstarben.

Die sekundären Vögel waren noch vielfach, wie die älteste bekannte Form (S. 689) mit Zähnen bewaffnet, die Säugethiere traten erst in kleinen Formen auf, welche nach den meist allein erhaltenen Gebissen zu urtheilen, den primitivsten heutigen Säugern (Kloaken- und Beutelthieren sowie Insektenfressern) ähnlich gewesen zu sein scheinen. Wahrscheinlich sind sie gleich den heutigen Schnabelthieren, deren lang vermuthete Fortpflanzung durch Eier Haacke und Caldwell gleichzeitig (1884) feststellten, in Fortpflanzung, Skelett und innerm Bau den Reptilen, ihren muthmaßlichen Ahnen — unter denen die Theriodonten der Trias viele Säugerzüge zeigten — noch sehr ähnlich gewesen, und haben auch wohl eine niedrigere und unbeständige Blutwärme gehabt, die sich selbst bei dem heute lebenden Landschnabelthier kaum 10° über die Luftwärme erhebt. Auch bei den Beutelthieren erreicht sie noch nicht die Höhe wie bei den höhern oder Placenta-Säugern, ebenso wie sie bei den Straußvögeln hinter derjenigen der Flugvögel zurückbleibt.

Die Zeit der höheren Säuger brach erst mit der Tertiär-Epoche an, in deren ältesten Schichten (Eocän) sich bereits ein großer Reichthum von Formen, allerdings einem niedrigen, verallgemeinerten Typus, aus dem noch alles werden kann, angehörend, findet. Diesem niedrigeren Typus, der sich im Besonderen in der größeren Zahl gleichmäßiger Zähne, sowie auch in der Kleinheit des glatten Großhirns, in der geringeren Anpassung von Hand und Fuß an besondere Benutzung und in der Fünfzehigkeit dieser Gliedmaßen ausspricht, kommen in der heutigen Lebewelt die Insektenfresser am nächsten. Dann trennten sich die Gruppen mit verschiedener Lebensweise, es traten unvollkommene Hufthiere, Raubthiere, Kletterthiere, Nager auf die Weltbühne, die sich dann in ihrer Eigenart fortschreitend weiter bildeten, indem sich Gebiß und Endgliedmaßen der eingeschlagenen Lebensweise anpaßten. Die ältesten Formen waren meist Sohlengänger mit fünf Zehen und 44 noch nicht sehr specialisirten Zähnen, dann erhob sich die Sohle bei den

meisten zum Zehengang; es bildeten sich Hufe, Nägel oder Krallen auf den Zehen, die Zahl der Zähne und funktionirenden Zehen verminderte sich mit der stärkeren Inanspruchnahme einzelner; es zeigen sich Nagergebisse mit beständig nachwachsenden Nagerzähnen, Wiederkäuergebisse mit vorwiegender Ausbildung der Backenzähne oder Reißzahn-Gebisse bei den viel weniger kauenden als schlingenden Raubthieren.

Von vielen Säugerordnungen wurden zur glänzenden Bestätigung der Abstammungslehre ganze Stammbäume der von Schicht zu Schicht veränderten und im Bau den noch lebenden, sich mehr und mehr annähernden Formen gefunden. Namentlich gilt dies von den Hufthieren, unter denen die Stammbäume der Schweine, Antilopen, Giraffen, Hirsche, Rinder, Kameele, Nashörner, Pferde u. A. fast lückenlos zu Tage gefördert wurden. Bei den Pferden, die mit fünfzehigen Formen beginnend, durch dreizehige Mittelformen bis zum Einhufer, dem letzten Sproß der Unpaarzeher fast lückenlos verfolgt werden können, ließen sich die mechanischen Gesetze der Umwandlung besonders gut erkennen. Während hier die von Laufthieren vorwiegend in Anspruch genommene Mittelzehe mehr erstarkte und zuletzt allein übrig blieb, erhielten sich bei Paarzehern, die ihre Laufbahn auf weicheren, sumpfigen Boden begannen, die beiden Mittelzehen, die einen bessern Schutz gegen zu tiefes Einsinken gestatteten. Bei den Hirschen konnte man ferner seit der Miocän-Zeit, die Ausbildung des sehr klein, einfach verzweigt, und ohne Rose beginnenden Geweihes verfolgen, bis in der Quartärzeit eine Uebertreibung eintrat, von der schon wieder ein Herabsteigen sichtbar wird. An diesen Studien haben sich besonders deutsche, französische, englische und amerikanische Paläontologen betheiligt, außer den obengenannten Amerikanern noch besonders Rütimeyer, Kaup, W. Kowalewsky, Forsyth-Major, Nehring, Gaudry, Filhol u. A.

Rütimeyer, Ludwig. Geb. 26. Juni 1825 zu Biglen im Emmenthal, studirte in Bern anfangs Theologie, dann Medizin, hierauf in Paris, London und Leiden Naturwissenschaften, wurde 1855 Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie in Basel, wo er 25. November 1895 starb. Er erforschte namentlich die Geschichte der Schweine, Rinder, Hirsche und Antilopen, von den Tertiärschichten bis zur Pfahlbauzeit und schrieb, neben vielen kürzeren Abhandlungen: Lebende und fossile Schweine (Basel 1857), Die Rinder der Tertiärperiode nebst Vorstudien zur natürlichen Geschichte der Antilopen (Zürich 1878—79, 2 Theile), Beiträge zur natürlichen Geschichte der Hirsche (das. 1881 und 1883 sowie Basel 1882), Fauna der Pfahlbauten in der Schweiz (das. 1861).

Kaup, Johann Jakob. Geb. 20. April 1803 in Darmstadt, studirte in Göttingen, Heidelberg und Leiden, ward Assistent am zoologischen Museum und 1858 Professor in Darmstadt, woselbst er 4. Juli 1873 starb. Er schrieb über fossile Reptile und Säugethiere und bekannte sich früh zu einer, wenn auch noch vielfach phantastischen Abstammungslehre.

Dabei kam nun auch die tiefere Grundlage, welche die Vorwesenkunde der Thier- und Pflanzengeographie gewährt, zum fortschreitenden Ausdruck. Man erkannte die verschiedenen Entstehungsmittelpunkte, an denen bestimmte Thier- und Pflanzengruppen zuerst aufgetreten waren; man zog die Wasser- und Gebirgsscheiden zu Rathe, sah im Geiste alte Landbrücken, Meeresengen, ja versunkene Erdtheile (wie die sagenhafte Atlantis) wieder auftauchen, um die gegenwärtige Verbreitung mit der früheren in Einklang zu bringen, man erkannte z. B. den Austausch der Formen zwischen der alten und neuen Welt im Norden, während Südamerika und Australien sich früh gegen den Austauschverkehr abgeschlossen haben und in früheren Epochen höchstens unter sich und vielleicht mit Südafrika Verbindung gehabt haben, so daß selbst zwischen Nord- und Südamerika in älteren Zeiten nur ein geringer Austausch bestanden hat. Noch vollständiger war der Abschluß einiger großer Inselkontinente, wie der von Neuseeland und Madagaskar, auf denen sich straußartige Riesenvögel bis in neuere Zeiten hielten. In Bezug auf die Vertheilung der Thiere kam es zu eigenthümlichen Erkenntnissen, z. B. daß die Kameele einem nach Europa herübergewanderten neuweltlichen Thierstamme angehören. Auf diesem Gebiete haben namentlich Wallace und Lydekker und für die Pflanzengeographie besonders Engler erfolgreich gearbeitet.

Daran schloß sich eine Klimatologie der Vorzeit, für welche besonders Heer und Graf Saporta Unterlagen gesammelt

Nehring, Alfred. Geb. 29. Jan. 1845 in Gandersheim, studirte in Göttingen und Halle Philologie und Naturwissenschaft, wirkte als Gymnasiallehrer in Wesel (seit 1867) und in Wolfenbüttel und wurde, nachdem er über fossile Pferde gearbeitet, und durch Funde zahlreicher Steppenthiere in Norddeutschland nachgewiesen hatte, daß die norddeutsche Tiefebene, bevor sie nach der Eiszeit wieder bewaldet wurde, lange Zeit als Steppe gelegen, 1881 als Professor der Zoologie an die Landwirthschaftliche Hochschule nach Berlin berufen. Er schrieb: Die quaternären Faunen von Thiede und Westeregeln (Braunschweig 1878), Ueber Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit (Berlin 1890).

Engler, Adolf. Geb. 25. März 1844 in Sagan, studirte seit 1863 in Breslau, war bis 1871 Lehrer am Magdalenum das., ging dann als Custos am Herbar nach München, und 1878 als Professor der Botanik und Leiter des botanischen Gartens nach Kiel, 1884 nach Breslau und 1889 in denselben Stellungen nach Berlin. Er schrieb viele Monographien und hauchte der botanischen Systematik und Pflanzengeographie neues Leben ein, indem er in dem Versuche einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiärperiode (Leipzig 1879—82, 2 Bde.) die vorweltliche Verbreitung zu Grunde legte und die „Botanischen Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie“ (Leipzig seit 1881) herausgab. Unter Mitwirkung zahlreicher Botaniker giebt er (anfangs mit Prantl) Die natürlichen Pflanzenfamilien (das. seit 1888) und neuerdings „Das Pflanzenreich“ (das. seit 1900) heraus

haben. Das Vorkommen tropischer Pflanzen und Thiere in unsern Zonen, von Palmen, Zimmtbäumen, riffbauenden Korallen (S. 678) in früheren Erdperioden bis zum 50 Grade nördlicher Breite hatte früh die Aufmerksamkeit erregt, wenn auch Heers Ansicht, daß bis nach Grönland Palmenreste vorkämen, begründeten Zweifeln begegnet ist. Man glaubte früher der höheren Erdwärme der Urzeit einen gewissen Antheil an dem wärmeren Klima in höheren Breiten zuschreiben zu sollen und Buffon ging sogar von der Ansicht aus, daß das organische Leben an den Polen begonnen haben müsse, weil sie zuerst hinreichend erkaltet gewesen seien, um Leben zuzulassen. In neuerer Zeit hat die Ansicht, daß die Sonne eine größere Menge von Wärme ausgestrahlt habe, sei es, weil ihre Kugel bedeutend ausgedehnter, oder weil sie heißer gewesen sei, mehr Beifall gefunden. Einige Meteorologen haben auch gemeint, ein größerer Kohlensäure-Gehalt der Atmosphäre in den Urzeiten, von welchem sie erst durch das üppige Pflanzenwachsthum in früheren Zeiten und durch die Bindung der Kohlensäure in den Kalkgebirgen befreit worden sei, müsse als Ursache der Wärmeabnahme im Laufe der Zeiten angesehen werden, da er die Wiederausstrahlung der Wärme von der Erdoberfläche behinderte. Jedenfalls müssen wir mit der Thatsache der Wärme-Abnahme rechnen und ihr mancherlei biologische Wirkungen zuschreiben, wie die Entstehung der Bäume mit hinfälligen Blättern, des Winterschlafes der Insekten, vieler Amphibien, Reptile und Säuger der höheren Breiten, die ohne dieses Auskunftsmittel ganz aus diesen Strichen verdrängt worden sein würden, und endlich wahrscheinlich auch die Entstehung der Thiere mit höherer und konstanter Blutwärme, die ohne diese Erwerbung von höhern Breiten ausgeschlossen gewesen wären.

Wie groß der Fortschritt der paläontologischen Forschung im Laufe des XIX. Jahrhunderts gewesen ist, erkennt man besonders an dem Ausspruche Cuviers: „Es giebt keine fossilen Affen!" Seitdem hat man nicht nur Halbaffen, die heute auf Madagaskar und einem kleinen Theil Hinter-Indiens beschränkt sind, sondern auch wirkliche Affen fossil auch in unsern Breiten angetroffen; ja in Deutschland, Frankreich und der Schweiz sind Gebiß- und Skeletttheile von Anthropoiden gefunden worden, die menschenähnlicher waren als alle heute lebenden Menschenaffen, so daß man, wenn bloß ihre Zähne gefunden wurden, in ernste Zweifel gerieth, ob man Menschen- oder Affenreste vor sich habe. Diese europäischen Anthropoiden (Pliopithecus antiquus und Dryopithecus Fontani) waren Verwandte der in Asien lebenden Langarm-Affen oder Gibbons (Hylobates-Arten), denen viele Forscher die größte Menschenähnlichkeit zusprechen, und denen auch die 1891/92 von dem belgischen Militair-Arzt Eugen Dubois aufgefundenen Reste des sogenannten Affenmenschen von Java (Pithekanthropus erectus) am nächsten stehen. Ob man in diesem, nach der Schädelbildung allerdings sehr nahe an den fossilen Menschen heranreichender

Affenmenschen in der That das lange gesuchte „fehlende Glied" (missing link) anerkennen will oder nicht, ist gleichgültig, jedenfalls war die Thatsache lehrreich, daß bei Vorlegung der Reste auf dem Zoologenkongreß von 1895 die eine Hälfte der Anthropologen die Reste ebenso bestimmt einem Menschen, die andre einem Gibbon zusprach.

Die vulkanische Schicht, in welcher diese Reste gefunden wurden, läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit ins Pliocän, dem letzten Abschnitt der Tertiärzeit verlegen, in welcher auch die europäischen Menschenaffen lebten, ob aber den letzteren auch die zurechtgeschlagenen Kieselsteine zuzuschreiben wären, wie selbst einige angesehene Paläontologen anzunehmen bereit waren, ist mehr als zweifelhaft. Dagegen ist es sehr möglich, daß der Mensch wirklich bereits in der Tertiärzeit erschienen ist, obwohl man bis jetzt unzweifelhafte Spuren nur aus der Quartärzeit kennt, wo er in unsern unwirthlich gewordenen Breiten das Mammut und wollhaarige Nashorn, sowie andere seitdem ausgestorbene Thiere gejagt hat. Die ersten Nachrichten über menschliche Zeitgenossen dieser ausgestorbenen Eiszeit-Thiere, die sich mit Waffen und Werkzeugen aus zurechtgeschlagenen Kieselsteinen und Renthierhorn in den Kampf ums Dasein stürzten, Feuer zu machen gelernt hatten, und den Wilden andrer Welttheile ähnlich in Europa lebten, stieß auf allgemeines Kopfschütteln. Weder die Durchforschung französischer Höhlen durch Tournal (1826) und M. de Christol (1829) — bei denen Knochen des Menschen in bunter Mischung mit denen ausgestorbener Thiere gefunden worden waren — noch die ähnlichen Ergebnisse der zur selben Zeit begonnenen sorgfältigen Nachforschungen Schmerlings in belgischen Höhlen konnten Jemand überzeugen, nicht einmal einen so vorurtheilsfreien Mann wie Lyell, der Schmerling 1832 besuchte und seine Funde betrachtet hatte. Boucher de Perthes, der seit 1840 Diluvialschichten des Sommethals bei Amiens untersucht und darin zahlreiche, offenbar von Menschenhand gefertigte Stein- und Knochenwerkzeuge gesammelt hatte, erntete für seine mühsamen, in wissenschaftlicher Sprache beschriebenen Untersuchungen, die mit Sicherheit auf einen vorgeschichtlichen Menschen vom Range der Wilden hindeuteten, nichts als Spott und Hohn, bis auch die Einschlüsse der Küchenmüllhaufen längs der Ostsee-Küsten die Aufmerksamkeit Steenstrups und anderer dänischer Forscher (seit 1847) erregt hatten und nunmehr Lyell sich auf der Versammlung der britischen Naturforscher in Aberdeen (1853) für überzeugt erklärt hatte, daß wir mit dem Vorhandensein des prähistorischen Menschen zu rechnen hätten. Gleich darauf erfolgte auch die Entdeckung der Pfahlbaureste in den Schweizer Seeen (Winter 1853 bis 1854), die sich allerdings zur Noth in die Historie einreihen ließen, da ja Herodot von der Existenz von Pfahlbauten in den Thracischen Seeen spricht.

Zu einer tiefern wissenschaftlichen Bewegung kam es aber erst,

nachdem man (1856) im Neanderthal bei Düsseldorf das Dach eines menschlichen Schädels von unerhört niederer Bildung fand, dessen Affenähnlichkeit Schaaffhausen alsbald an seiner Niedrigkeit und an den hervorspringenden Augenbrauenbögen nachwies. Soviel sich auch Virchow und Ranke bemüht haben, die Beweiskraft dieses und ähnlicher Funde zu erschüttern, indem sie die betreffenden Bildungen für krankhaft erklärten, es wurden immer neue Funde desselben Charakters gemacht, namentlich in den Höhlen von Spy in Belgien und neuerdings in Croatien, so daß schon nahezu ein Dutzend solcher affenähnlicher Schädel von den entferntesten Orten Mitteleuropas beisammen ist, die das Vorhandensein einer Rasse solcher Menschen in der sogenannten Steinzeit beweisen. Bald nach dem Erscheinen des grundlegenden Darwin'schen Werkes wandte sich der Londoner Banquier Lubbock, der später Darwin's Gutsnachbar wurde, diesen Studien zu und ließ dem Lyell'schen Werke über „das Alter des Menschengeschlechts" (1863) lebendig geschriebene Vergleiche der Zustände des prähistorischen Menschen in Europa, mit denen der Wilden aller Erdtheile folgen, welche die prähistorischen Forschungen zu einer Liebhaberei älterer Aerzte und pensionierter Beamten und Offiziere machten, bei welcher Fortschritte der Erkenntniß nur langsam erfolgten. Allerdings wurden nun pithekoide Merkmale am Körper niederer Menschenrassen in Hülle und Fülle entdeckt, aber die Abstammungsfrage in den anthropologischen und ethnologischen Gesellschaften fortdauernd mit der äußersten Zurückhaltung behandelt, bis am Ende des Jahrhunderts die Blutsverwandtschaft von Menschen und Anthropoiden durch den Versuch der Mischbarkeit des Blutes ohne Zersetzung geführt wurde. Mit Ausnahme der Blutkörperchen dieser Thiere, löst und zerstört das menschliche Blutwasser alle andern.

Natürlich erhob sich nun auch die Frage nach dem Verhältniß der thierischen Intelligenz zur menschlichen. Nach einer Ueberschätzung der thierischen Intelligenz, namentlich von Seiten der Insektenbeobachter wie Fabre und Lubbock, die z. B. den Ameisen eine fast an die menschliche grenzende Intelligenz zuschrieben, tauchte in

Schaaffhausen, Hermann. Geb. 18. Juli 1816 in Koblenz, studirte seit 1834 in Bonn und Berlin Medizin, wurde 1844 in Bonn Dozent für Physiologie, 1855 Professor und starb 26. Jan. 1893. Er schrieb: Anthropologische Studien (Bonn 1885), Der Neanderthaler Fund (das. 1888). Als früher Anhänger der Entwicklungslehre hatte er schon 1853 Ueber Beständigkeit und Verwandlung der Arten geschrieben.

Lubbock, Sir John. Geb. 30. April 1834 in London, trat er in das Bankgeschäft seines Vaters, das er 1865 übernahm, ließ sich ins Parlament wählen, wurde nach dem Erscheinen seiner prähistorischen und Insektenbeobachtungen Präsident der ethnologischen, anthropologischen, und entomologischen Gesellschaft und schrieb: Prehistoric Times (London 1865, 5. Aufl. 1890. Deutsch von Passow, Jena 1874, 2 Bde.), The origin of Civilization

neuester Zeit die Neigung auf, die Thiere wieder wie in früheren Jahrhunderten für bloße Maschinen zu erklären und die Intelligenz dem Menschen allein vorzubehalten. Hierin dürfte aber die entwicklungsgeschichtliche Ansicht, der anfangs auch Wundt, später namentlich Tito Vignoli und Romanes Ausdruck gegeben haben, daß die thierische Intelligenz, auch wo sie als „Instinkt" gebunden erscheint, nur eine Vorstufe der menschlichen ist, die aussichtsreichere sein, namentlich, wenn man sich klar macht, daß der Bau des geistigen Organes, welches der Mensch zu so hohen Stufen entwickelt hat, mit seinem Fundamenten im Thierreiche wurzelt. Das menschliche Gehirn ist nach demselben Plane gebaut, wie das der Wirbelthiere und hat sich schrittweise bei den höheren Gliedern erweitert. Da die Gehirnmasse die Schädelhöhlung vollständig ausfüllt, so konnte man durch Ausgüsse fossiler Schädel das Wachsthum des Gehirnraumes selbst bei derselben Thierfamilie verfolgen; man hat festgestellt, daß die Placenta-Säuger der Eocän-Zeit mit reptilartig kleinen Gehirnen begannen, die aber im Verlaufe der Zeiten das Mehrfache des Anfangs-Volums erreichten. Und dieses Gehirnwachsthum kam hauptsächlich dem Großhirn zu gute, in dem man den Sitz der Intelligenz festgestellt hat, bis es schon bei den Affen über alle andern Gehirntheile hinwegwuchs und sie bedeckte.

Trotz aller dieser Errungenschaften des Wissens, die zum großen Theile den Fortschritten der Entwicklungslehre zu danken sind, die bald auch auf die Geisteswissenschaften (Psychologie, Philosophie, Sprachwissenschaft, Alterthumskunde, Ethnologie, Socialwissenschaft u. s. w.) einen höchst förderlichen Einfluß gewann, haben sich im letzten Jahrzehnt des Jahrhunderts Strömungen geltend gemacht, welche die Richtigkeit der herrschenden Ansichten in Zweifel ziehen. Wir wollen hier nicht auf die Ansichten Nägelis, C. von Baers und Anderer zurückkommen, welche eine in den Lebewesen liegende Tendenz zum Endziele (Zielstrebigkeit) voraussetzen, sondern zunächst der Neubelebung des Lamarckismus, der eigentlich als älterer Darwinismus zu bezeichnen wäre (vgl. S. 569) gedenken. Diese

and the primitive Condition of Man. (London 1870, 5. Aufl. 1890, Deutsch Jena 1875). Ants, Bees and Wasps (1882, 9. Aufl. 1889, Deutsch Leipzig 1883), The pleasures of life (1887, Deutsch 3. Aufl. Berlin 1891), The beauties of nature (1892) u. A.

Wundt, Wilhelm Max. Geb. 16. Aug. 1832 zu Neckarau in Baden, studirte seit 1851 in Heidelberg, Tübingen und Berlin Medizin, wurde 1857 Dozent für Physiologie in Heidelberg und 1865 Professor, ging 1874 nach Zürich, 1865 nach Leipzig, wo er ein Institut für experimentelle Physiologie gründete und diese Wissenschaft sichtlichst förderte. Von seinen stark philosophisch gefärbten Werken sind anzuführen das Lehrbuch der Psychologie des Menschen (Erlangen 1864, 4. Aufl. 1878), Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele (Leipzig 1863, 2 Bde., 2. Aufl. Hamburg 1892) und Der Grundriß der Psychologie (Leipzig 1896, 2. Aufl. 1897).

Bewegung begann mit der Wahrnehmung direkter Abänderungen durch Gebrauchswirkung, wie man sie in allen Körpertheilen nachweisen kann. Wenn z. B. ein Knochenbruch schief geheilt worden ist, so sieht man, wenn das Organ trotz dessen wieder in Gebrauch genommen wird, die innere Architektur der Knochen, deren Bögen und Bälkchen genau der Inanspruchnahme nach mechanischen Gesetzen folgend geordnet sind, sich allmälig umordnen, um den veränderten Anforderungen zu genügen. Dabei müssen die Kalktheile gelöst und anders aufgebaut werden. Als innere Ursache dieses von ihm als „funktionelle Anpassung" bezeichneten Vorganges sieht Roux einen Kampf der Theile im Organismus an, sofern auch unter den die Organe aufbauenden Elementen ein Wettstreit um Nahrung und Raum bestehe, wobei durch den einwirkenden Funktionsreiz nur diejenigen Theile in ihrer Stoffaufnahme gekräftigt würden, die gebraucht werden, während die andern zurückgehen. Diese Vorstellung läßt sich auf alle die Umänderungen anwenden, die durch Gebrauch und Nichtgebrauch hervorgerufen werden, z. B. auf den Augenverlust der Höhlenthiere, auf die Umwandlungen der Hände und Füße, wenn angenommen werden kann, daß der neugeschaffene Zustand erblich wird. Bei regelmäßig vorkommenden Umbauten des Organismus während der Entwicklung sieht man sogar sogenannte Freßzellen (Phagocyten) auftreten, die überflüssig werdende Theile verzehren, wie z. B. den Schwanz der Kaulquappe des Frosches, um das Material nicht verloren gehen zu lassen.

Mit Zuhülfenahme ähnlicher Vorstellungen baute nun unter andern Eimer seine Theorie von einer bestimmt gerichteten Entwicklung (Orthogenesis) der Organismen auf, welche sie in einem beständigen Fortschritt zu einem in ihnen liegenden Ziele denkt und das scheinbare Beharren auf einer erreichten Stufe als Genepistase bezeichnet. Dieser, der natürlichen Zuchtwahl oder Auslese nicht benöthigende Neolamarckismus sollte sich namentlich auch in der Zeichnung der Thiere kundgeben, die mit Längs

Roux, Wilhelm. Geb. 9. Juni 1855 in Jena, studirte daselbst, in Berlin und Straßburg, wurde 1886 Professor in Breslau, ging 1889 nach Innsbruck und 1895 nach Halle. Er schrieb: Der Kampf der Theile im Organismus (Leipzig 1881). Die Entwickelungsmechanik der Organismen (Wien 1890) und giebt seit 1894 das „Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen" (Leipzig) heraus.

Eimer, Theodor. Geb. 22. Juni 1843 in Stäfa am Züricher See, studirte in Tübingen, Heidelberg, Würzburg und Berlin Medizin und Naturwissenschaften, habilitirte sich 1870 in Würzburg, wurde 1874 Professor in Darmstadt, ging 1875 nach Tübingen und starb daselbst 30. Mai 1898. Er schrieb: Die Entstehung der Arten auf Grund der Vererbung erworbener Eigenschaften (Jena 1888 und 1897, 2 Theile), Artbildung und Verwandtschaft bei den Schmetterlingen (das. 1889 und 1895). Das Skelett der Wirbelthiere (Leipzig 1901).

streifung begänne, worauf eine Auflösung der Streifen im Tüpfel erfolge und oft eine Wiederverbindung der Tüpfel zu Querstreifen den Beschluß mache. Die Umänderung solle dabei vom hintern Körperpole an beginnen. Allein diese doch hauptsächlich vom äußern Aussehen entnommene Theorie versagt bereits, wenn sie die Schutzzeichnungen der Thiere, z. B. die der Blattschmetterlinge, geschweige die Mimikry-Erscheinungen (S. 698) erlären soll, und die Thatsache, daß junge Thiere häufig eine Längsstreifung zeigen, die später verschwindet, erklärt sich, weil sie schützend wirkt, viel leichter nach der Zuchtwahltheorie.

Im schroffsten Gegensatze hierzu trat Weismann mit seinen als Neodarwinismus bezeichneten Ansichten auf, nach denen aus der Abstammungslehre alle Lamarckischen Elemente zu entfernen seien, da von außen her erworbene Anpassungen nicht vererbt würden und es sich überall nur um Wirkungen der Naturzüchtung oder natürlichen Auslese handle, durch welche innere Variationen des Keimplasmas in die entsprechenden Wege geleitet würden. Von Jäger'schen Ansichten über das Keimplasma und den genaueren Beobachtungen des Befruchtungsprozesses geleitet, wobei man durch künstliche Färbungsmethoden die Erscheinungen deutlicher hervorzuheben lernte, wurde eine kontinuirliche, von den äußern Umständen ganz unberührte Verjüngung des elterlichen Keimstoffes bei den Nachkommen angenommen. Derselbe scheide sich nämlich schon bei der ersten Entwicklung alsbald in einen Personaltheil, aus dem sich der junge Körper aufbaue und einen Germinaltheil, der für die Fortpflanzung reservirt bleibe. Die Variation erfolge einzig im Germinaltheil, und zwar dadurch, daß bei der Reifung des Eies und Befruchtung jedesmal sogenannte Polzellen oder Richtungskörperchen ausgestoßen würden, wodurch das Keimplasma verändert würde. Während sonst die Vererbung elterlicher Eigenschaften durch eine den gesammten Körperzustand repräsentirende Mischung oder Entwicklungsart des Keimplasmas in den mancherlei früher aufgestellten Vererbungstheorien erklärt wurde, sollen bei Weismann nur blastogene, d. h. im Keimplasma entstehende Veränderungen erblich sein, nicht aber, die von dem Körper durch äußere Anpassungen oder Gebrauchswirkung erworbenen somatischen Veränderungen.

Weismann, August. Geb. 17. Januar 1834 in Frankfurt a. Main, studirte in Göttingen Medizin, praktizirte einige Zeit als Arzt, studirte dann in Gießen Zoologie und habilitirte sich in Freiburg, wo er 1866 außerordentlicher und 1871 ordentlicher Professor der Zoologie wurde. Schrieb: Studien zur Descendenztheorie (Leipzig 1875—76) und später eine große Anzahl von Abhandlungen über die Vererbungslehre, in denen die Vererbung von außen erworbener Eigenschaften geleugnet, und aller Fortschritt der Organismen den blastogenen Veränderungen und der „Allmacht der Naturzüchtung" zugeschrieben wird.

Auf der einen Seite vereinfacht diese besonders in England und Amerika mit vielem Beifall aufgenommene Theorie allerdings das schwierige Problem der Vererbung, auf der andern stehen ihr soviel Erfahrungsthatsachen über Erblichkeit erworbener Eigenschaften, z. B. der Geisteskrankheiten, Folgen tiefwirkender chirurgischer Eingriffe u. s. w., entgegen, daß die Vorzüge dieser Vorstellungsart sehr zweifelhaft erscheinen und ihre Richtigkeit von vielen Forschern ernstlich bestritten wird. Bei mehreren Forschern hat die Thatsache, daß auch in diesem Jahrhundert, trotz seiner gewaltigen, die aller vorangegangenen weit in den Schatten stellenden Fortschritte in der Naturerklärung, noch nicht überall die Rechnung ohne Rest aufgeht und vollständig der Tisch aufgeräumt werden konnte, wie am Jahrhunderts-Sylvester wünschenswerth, eine Sylvester-Stimmung erzeugt, die sie zu dem verzweifelten Auskunftsmittel greifen ließ, die einst mit Spott und Hohn abgedankte Lebenskraft von neuem zu Hülfe zu rufen und in einer Wiederbelebung der alten Anschauungen zu einem Neovitalismus alles Heil zu suchen. Wir haben aber nie gehört, daß die Berufung auf unbekannte, nicht in den Dingen liegende Kräfte jemals eine schwerverständliche Sache verständlicher gemacht hätte, und haben auch nicht gefunden, daß der Neovitalismus irgend einen Punkt in den Lebenserscheinungen klarer stellt. Jeder besonnene Forscher wird zugeben, daß noch viele Probleme der Lösung harren und daß es gar manche geben mag, die für die menschliche Intelligenz ebenso unbegreiflich bleiben mögen, wie uns bis heute die Begriffe der Ewigkeit der Zeit und Unendlichkeit des Raumes, das Selbstbewußtsein und manches Andere sind.

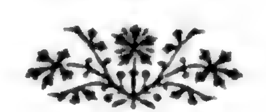
Aber die Forscher des XX. Jahrhunderts haben doch auch ein „Recht auf Arbeit". Und sie werden nicht anders können als sagen, das ihnen das XIX. schön vorgearbeitet habe, in manchen Dingen sogar weiter als die Dreimalweisen gewünscht hätten und dem Volksgeiste für zuträglich halten. Aber ebenso wie die Menschheit die neue Lage hat verdauen müssen, als die geocentrische Weltanschauung vor der Wissenschaft nicht mehr bestehen konnte, so wird sie auch den Sturz der anthropocentrischen ohne Schaden vertragen, wobei den neuen Anschauungen nur ein wenig mehr Entgegenkommen von Seiten der Religion und Schule zu wünschen wäre. Wenn wir ein Facit der Jahrhundertforschung ziehen, und zugleich den Blick richten auf die Folgen, welche die völlige Aufnahme ihrer Folgerungen auf die Gesellschaft und ihre Einrichtungen haben kann, so wird dadurch der Horizont der Zukunft keineswegs verdüstert. Es ist wahr, alle diese dem Menschen und seiner Naturstellung näher und näher tretenden Forschungen des XIX. Jahrhunderts lehren uns anderes, als die alten nur zu lange festgehaltenen Traditionen, aber keinesfalls etwas Schlechteres. Sie zeigen uns, was schon Paskal erzieherisch für so wünschenswerth hinstellte, neben der Höhe des Menschen seine vormalige Niedrigkeit, auf die er zurück sinken kann, wenn er nicht unablässig an sich selber arbeitet. Die

Perspektiven, welche nicht nur die Weltweisheit, sondern auch die religiösen Empfindungen der Menschheit aus diesen Erkenntnissen gewinnen können, sind weit- und vielversprechend. Die sich klärende Aufhellung seiner wahren Stellung in der Natur muß den Menschen nicht nur von einem schrankenlosen Egoismus und Größenwahn heilen, sondern auch seine höchsten Ideale von den Schlacken befreien, die als Erbkrankheiten aus uralten Zeiten, noch immer entstellend an ihnen haften. Wie übel kleidete es in der alten Weltanschauung den allgütigen Schöpfer, dem Menschen eine Welt als Wohnsitz angewiesen zu haben, in welcher Keime schleichender Krankheiten, häßliche Plagegeister für Menschen, Thiere und Pflanzen, Brandpilze und Eingeweidewürmer mit reichlicher Hand ausgestreut sind, in welchem giftige, schädliche und häßliche Geschöpfe eine so große Rolle spielen! Nahm man der Weltregierung die Verantwortlichkeit für diese Schädlichkeiten und Unzweckmäßigkeiten, wie sie auch die nutzlosen Mißbildungen und Mißgeburten darstellen, um sie als „Saat des Bösen“, einem Gegenschöpfer, dem Teufel aufzubürden, so nahm man dem höchsten Wesen auch einen Theil seiner Allmacht. Man gerieth aus der Scylla in die Charybdis. Von allen solchen Zweifeln und Verlegenheitsmeinungen, die beinahe wie Lästerungen klangen, hat die biologische Forschung des XIX. Jahrhunderts das Denken und Empfinden der Menschheit entlastet, und wenn auch, wie gesagt, nicht die letzten Schleier vom Bilde der Isis gehoben, wenn auch den kommenden Jahrhunderten noch manches Welträthsel zu lösen übrig bleibt, so wird doch das eben vollendete unter allen Vorgängern und Nachfolgern sein Haupt hoch tragen dürfen, und nachdem wir in diesem flüchtigen Ueberblicke gesehen haben, einen wie erheblichen Antheil daran auch die deutsche biologische Forschung genommen hat, werden wir mit dem Abschluß um so zufriedener sein dürfen.

Register.

Namen- und Sachregister.

Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen die Seiten, auf denen sich biographisches und bibliographisches Material befindet.



• • • Verlag von F. Schneider & Co., Berlin. • • •

In unserm Verlage erschien:

Rethwisch, Dr. Ernst. Die Bewegung im Weltraum. Kritik der Gravitation und Analyse der Axendrehung. Dritte erweiterte Auflage. 8°. 172 Seiten. Preis Mk. 4.—

. . . . . Verfasser sucht alle Attraktionserscheinungen im wesentlichen auf die Axendrehung zurückzuführen. Seine neue Hypothese vertritt er mit anerkennenswerthem Scharfsinn. Seine Ausführungen verdienen die weitestgehende Beachtung. „Vossische Zeitung."

. . . . . Möge man das Buch selbst nachlesen, jeder Gebildete ist dazu im Stande und wird sich von dem klaren Vortrage und der Fülle des Neuen unwillkürlich angezogen fühlen. „Straßb. Post."

Lisco, Dr. H. Das Bild Christi. Die Lehre von Christus, dem Sohne des Menschen, im Grundriß dargestellt. 8°. 63 Seiten. 1899. Preis Mk. 1.—

— Die Entstehung des zweiten Korintherbriefes 8°. 84 Seiten. 1896. Preis 1.80.

Einleitung — Das Selbstbewußtsein Christi. — Die Lehre der Apostel. — Schluß. —

— Judaismus triumphatus. Ein Beitrag zur Auslegung der letzten Kapitel des zweiten Korintherbriefes. Gr. 8°. 392 Seiten. Preis Mk. 7.50.

Einleitung. Der judaistische Angriff. Der Eigennutz. Die Irrlehre. Die Selbstempfehlung. Das Rühmen. Die Schwärmerei. Der Zustand der Gemeinde. Geschichtlicher Ueberblick.

— Vincula sanctorum. Ein Beitrag zur Erklärung der Gefangenschaftsbriefe des Apostel Paulus. Gr. 8°. 159 Seiten. 1900. Preis Mk. 3.—

Einleitung. Die ephesinische Gefangenschaft. Der Brief an die Philipper. Der Brief an die Kolosser. Der Brief an die Epheser. Der Tierkampf. Schluß.

• • • Verlag von F. Schneider & Co., Berlin. • • •

Lisco, Dr. H. Roma peregrina. Ein Ueberblick über die Entwickelung des Christentums in den ersten Jahrhunderten. Gr. 8°, 565 Seiten und 1 Karte. 1901. Preis broschiert Mark 9.—.

Einleitung: Das römische Ephesus. Der Clemensbrief Die Briefe des Ignatius. Ephesische Bischöfe. Der Hirt des Hermas. Ephesische Lehrer. Eleutherus und Viktor. Das italienische Rom. Tertullian. Hippolyt. Cyprian. Schluß: Geschichtlicher Ueberblick.

Bachmann, Dr. J. Präparationen und Kommentar zu den Psalmen. Mit genauen Analysen und getreuer Uebersetzung für Gymnasiasten, Studierende und Kandidaten. 2 Bände. 8°. 1891. Preis Mark 7.50.

Ruge, Dr. Max. Die Lehninsche Weissagung über die Geschichte Preußens und Deutschlands. Eine zeitgemäße Betrachtung. 8°. 20 Seiten. 1888. Preis —.40 Pf.

Vogel, M. Das britische Colonialreich. Geographisch, geschichtlich und statistisch beschrieben. 8°. 143 Seiten mit einer Uebersichtskarte. 1887. Preis Mk. 3,50.

Inhalt: Einleitung Australien. Indien. Weitere britische Besitzungen im Osten. Britische Besitzungen in Afrika. Süd-atlantische Besitzungen. Britische Besitzungen in Europa.

Friedländer, Felix. Kleinodien. Kl. 8°. 90 Seiten. Preis Mk. 1.50.

Inhalt: Zur Einführung. Der Diamant. Edelkorund. Rubin und Saphir. Smaragd. Türkis. Opal. Die Perle. — Schlußwort.

Wunschmann, Prof. Dr. E. Die Röntgen'schen X-Strahlen. Gemeinverständlich dargestellt. Groß 8°. 32 Seiten. Mit 13 Abbildungen. 1896. Preis 60 Pf.

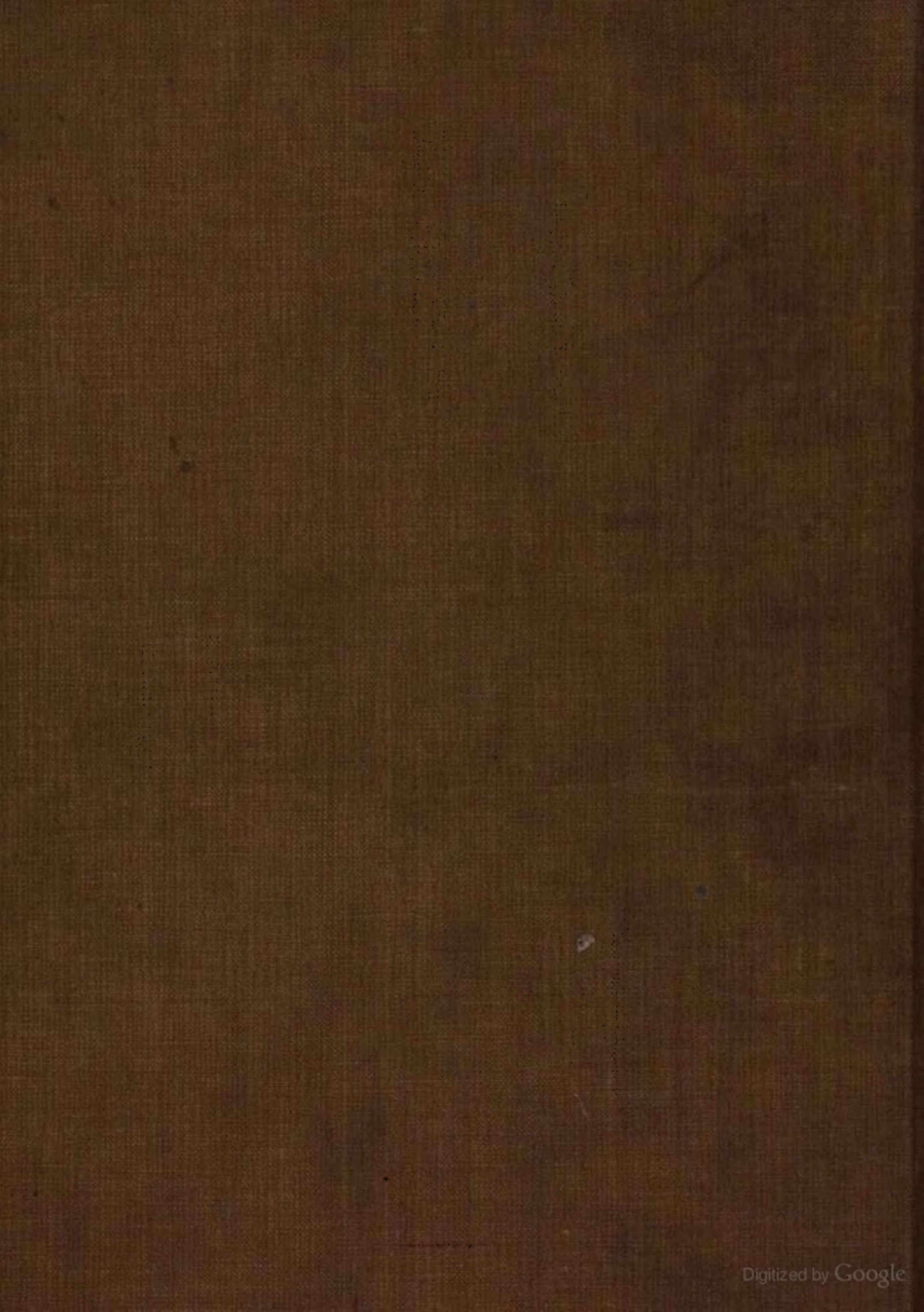
Typographia
Kunst- und Setzmaschinen-Druckerei G. m. b. H.
Berlin SW., Friedrichstr. 16.

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google


Digitized by Google